



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

Aspectos Biológico-Pesqueros del
cazón Pech *Sphyrna tiburo* (Linnaeus,
1758) en las aguas de Campeche,
México

T E S I S
Que para obtener el título de
B I O L O G O
p r e s e n t a

ARTURO IVAN OCAMPO TORRES



FACULTAD DE CIENCIAS
UNAM

Director de Tesis: Biol. José Leonardo Castillo Géniz

México, D. F.



Julio

254196

FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR

2000



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

MAT. MARGARITA ELVIRA CHÁVEZ CANO
Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis: Aspectos Biológico-Pesquero del
cazón Pech Sphyrna tiburo (Linnaeus, 1758) en las aguas de Campeche,
México.

realizado por Arturo Ivan Ocampo Torres

con número de cuenta 8737428-9 , pasante de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario Biol. Jose Leonardo Castillo Géniz

Propietario Biol. Rosa Martha Ortega Lojero

Propietario Biol. Javier Tovar Avila

Suplente Biol. Jena del Carmen Rosado Matos

Suplente L.A.R.M. Juan Fernando Márquez Farias

Dra. Edna María Suárez Díaz

Consejo Departamental de Biología

Créditos

Este trabajo se realizó en el Programa Tiburón dentro del Proyecto de Investigación Científica con el nombre de "Evaluación de la Pesquería de Tiburón del Golfo de México" en el Instituto Nacional de la Pesca (INP) de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, financiado por el CONACyT (Consejo Nacional para la Ciencia y Tecnología) mediante el convenio 116002-5-1314N-9206. Bajo la dirección del Biol. José Leonardo Castillo-Géniz.

Este trabajo esta dedicado a mi esposa Alona Vikarchuk, mis padres Lourdes y Jesús gracias por su comprensión por apoyarme y ayudarme así como a mis hermanos Bernardo y Bianca.

A mis primos Ricardo, Israel, Claudia, Adriana, Adrian, tíos y tías, Irma, Martha, Elvira y con especial cariño para mi abuelita .

Gracias a todos mis amigos Jose Carlos B., a mis compañeros del Programa Tiburón Ale, Korina, Analigia, Mauricio, Juan Carlos, Claudia, Erendira, Mónica, Alejandro C., Sandra S.

También a mis amigos Oscar, Magdalena, Ana Elena, Ana Luisa, Norma C. Alfonso M, Claudia W., Isabel, Roberto C., Daniela P., Héctor S.,

Agradecimientos

Agradezco muy especialmente a José Leonardo Castillo-Géniz quien es un ejemplo a seguir por su ayuda y dirección de esta tesis, por la confianza que siempre me tuvo así como por su invaluable amistad y su infinita paciencia.

También al Biol. Javier Tovar Avila por sus comentarios y revisión de la tesis.

De la misma manera agradezco a la Biol. Rosa Martha Ortega L. por su disposición y tiempo dedicado a este trabajo.

A L.A.R.M. Juan Fernando Marquéz Farías por su amistad, sus importantes y atinados comentarios para el presente trabajo.

Jena Rosado M. gracias por tu amistad, enseñanza y por el tiempo dedicado a mi aprendizaje no solo de la biología sino del buceo.

Gracias Dr. Enric Cortés por tus valiosas enseñanzas y tus importantes comentarios así como por tu amistad.

Gracias Dr. Charly Manire por los artículos facilitados para la complementación de la tesis. A todos los investigadores que son ejemplo a seguir como Dr. Perry Gilbert.

A Héctor Ramos L. , Mauricio Hoyos, y a la Maestra Anabel de fotografía por todo el apoyo recibido.

Así como al Instituto Nacional de la Pesca por las facilidades para realizar el examen.

INDICE

Resumen	2
Introducción	3
Antecedentes	6
Justificación	8
Objetivos	8
Metodología	9
Zona de estudio	13
Resultados y Discusiones	18
Areas de Crianza	33
Migración	34
Aspectos Pesqueros	36
Importancia de la migración en el análisis y manejo pesquero	38
Conclusiones	39
Recomendaciones	40



I. RESUMEN

Durante 14 meses (noviembre 1993-diciembre 1994) se realizó un intenso monitoreo de las capturas de tiburón de la pesquería artesanal en el Estado de Campeche obteniéndose información sobre la captura, de las embarcaciones y equipos de pesca utilizados y sobre la biología de las principales especies de tiburones que se capturan en aguas de dicho estado. Se documentó la captura de 39,498 tiburones de 17 especies, siendo las más abundantes *Rhizoprionodon terraenovae* con el 45%, *Sphyrna tiburo* 29% y *Carcharhinus acronotus* con el 14%. El cazón pech, *S. tiburo* es una de las especies más importantes que sostienen la pesca en Campeche por tal motivo en este trabajo se analizaron los datos biológico-pesqueros colectados.

Se analizó la composición mensual de tallas y sexos de las capturas, determinándose la variación estacional en la abundancia de la especie, encontrándose que *Sphyrna tiburo* no presenta marcadas fluctuaciones estacionales en su abundancia, solo se observó que de Junio a Octubre de 1994 aumentaron sus capturas teniendo su máximo en Agosto, cuando las hembras dan a luz a las crías. Se calcularon las relaciones morfométricas LT vs LF, LT vs Lp para sexos combinados, hembras y machos.

En cuanto aspectos reproductivos del total de los organismos de *S. tiburo* (n=932) se observó un intervalo de tallas de 60-95 cm de LT con un promedio de 76.15 ± 0.39 cm de LT (hembras y machos combinados), para el caso de las hembras fue 65-95 cm de LT con un promedio 77.35 ± 0.83 cm de LT (n=528 organismos) y para los machos fue de 60-80 cm de LT con un promedio de 62.75 ± 0.67 cm de LT (n=404), se determinó la talla mínima de madurez sexual para hembras en 91.2 cm de LT y los machos 65 cm de LT, destacando que dichas tallas coinciden con trabajos de otros autores. Los resultados del presente estudio sugieren que el período de gestación, la temporada y zonas de alumbramiento, apareamiento y gravidez se llevan a cabo en el Banco de Campeche, ya que se encontraron todos los estadios, neonatos, juveniles adultos y hembras grávidas.

Se describe la flota pesquera artesanal, sus operaciones, artes y áreas de pesca. Se analizó la selectividad de los dos principales tipos de artes de pesca (anzuelos y redes) sobre los distintas longitudes en grupos de organismos que conforman la captura. Finalmente, se calculó la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE), por mes dividiéndose el tipo de embarcaciones de acuerdo a su capacidad y eslora.

Con esto se concluye que *Sphyrna tiburo* es una especie que ha soportado la explotación por la pesca debido a sus características biológicas, pero que si se sigue pescando a los juveniles en pocos años podría colapsarse la pesquería de esta especie. Se concluye que la población de *S. tiburo* es residente de la Sonda de Campeche y que esta siendo explotada en todos sus estadios neonatos, juveniles, preadultos y adultos incluyéndose hembras gestantes.

Entre las recomendaciones más importantes destaca recomendar reducir la presión de pesca en las áreas de crianza y sobre los estadios tempranos de esta especie con el fin de asegurar el proceso de reclutamiento de estas especies de tiburones que son las que soportan las pesquerías artesanales en el Golfo de México, particularmente en la Sonda de Campeche.



II. INTRODUCCION

El interés por el conocimiento de la vida de los peces ha sido el resultado del deseo natural por saber más sobre la naturaleza y de nuestra necesidad por recabar más información sobre las especies que empleamos para el comercio y la recreación. Los peces son vertebrados acuáticos que se caracterizan por poseer vértebras, branquias, aletas y son el grupo de vertebrados más numeroso, estimándose que existen cerca de 20,000 especies vivientes. Los peces han sido uno de los principales recursos naturales que el hombre ha aprovechado de los océanos (Lagler, *et al.* 1984).

Los peces se pueden dividir en dos grandes grupos según el componente estructural de su esqueleto, los peces óseos que poseen un esqueleto de hueso verdadero, que según Lagler (1984) alcanzan a ser más de 12,000 especies, y los llamados peces cartilagosos o peces condriictios, cuyo esqueleto esta fundamentalmente formado de cartilago endurecido. Este segundo grupo esta constituido por alrededor de 931 especies. Los peces condriictios a su vez se dividen en tres grupos principales, los tiburones con más de 400 especies, las rayas con alrededor de 500 especies y las llamadas quimeras o peces rata o elefante con cerca de 31 especies.

Por la relativa abundancia de los tiburones y rayas en las regiones costeras del mundo, su aprovechamiento como recurso pesquero data del siglo pasado, ya que los elasmobranquios (tiburones y rayas) son un grupo de peces del cual se pueden obtener un número importante de productos que son utilizados por las comunidades pesqueras. Se obtienen de ellos principalmente carne para consumo humano, sus hígados se emplearon para la obtención de vitaminas, su piel y cuero para la elaboración de productos peleteros tradicionales, sus dientes y mandíbulas se comercializan comúnmente como artesanías locales, sus restos o vísceras se emplean en la elaboración de alimento para ganado y como fertilizante (Kreuzer y Ahmed, 1978). Recientemente los tiburones han sido empleados como excelentes ejemplares de experimentación en estudios de bioquímica y de medicina; de algunas especies se han obtenido sustancias de su sangre que se han empleado para la elaboración de medicinas anticoagulantes para el tratamiento de enfermedades cardiacas, de algunos tiburones se han extraído córneas que han sido transplantadas con éxito en ojos de seres humanos (Stevens, 1987). Actualmente también algunos estudios de laboratorio han indicado que alguna sustancia del cartilago de algunas especies de tiburones inhiben el crecimiento de algunos vasos sanguíneos que alimentan ciertos tipos de crecimiento canceroso, lo que ha dado como resultado la aparición en el mercado farmacéutico de las de cápsulas de cartilago de tiburón para combatir estas enfermedades cancerosas, sin embargo hasta la fecha no se ha comprobado científicamente con protocolos médicos dicha efectividad, pues esta investigación sólo se encuentra en sus etapas iniciales.

Los desembarques globales de elasmobranquios reportados crecieron de 201,000 t en 1947 a la cifra récord de 730,784 t en 1996 (FAO, 1996). Este crecimiento se explica por la demanda creciente a nivel mundial de alimento para consumo humano, la adquisición de mejores tecnologías de pesca, incluyendo el desarrollo de nuevos y mejores equipos de captura, la creación de flotas en diferentes regiones del mundo y a la explotación pesquera en regiones anteriormente no exploradas.



México es un país que cuenta con una vasta extensión de mar que alcanza los 2,946,825 km² (Zona Económica Exclusiva), de los cuales 771,500 km² corresponden al Golfo de México. El litoral nacional es de 12,948 km., siendo para el Pacífico Mexicano 10,143 km. (no insulares) y para el Golfo de México, incluyendo el Caribe Mexicano de 2,805 km. (SEPESCA, 1987).

Al Sur del Golfo de México existe una de las regiones más importantes, por su actividad pesquera, el llamado "Banco de Campeche", cuya área alcanza aproximadamente los 90,000 km² (Villalobos y Zamora, 1975). Esta región se localiza entre el estado de Veracruz y el Noreste de la Península de Yucatán y presenta una profundidad máxima de 200 m.

La pesca de tiburón ha sido desde hace décadas un importante recurso económico para México, siendo catalogada como la séptima pesquería a nivel nacional en volúmenes de captura, aportando durante 1998 el 2.19% de la producción pesquera nacional. Para 1997 la producción de tiburón y cazón alcanzó solamente las 24,220 t, por lo que esta pesquería descendió al séptimo lugar nacional, aportando el 1.54-3.0% de la producción pesquera total (SEMARNAP, 1998). En los últimos años se ha incrementado considerablemente la captura mundial de tiburones, aportando México aproximadamente 3.6% de la captura promedio anual. De 2,000 toneladas anuales del período comprendido entre 1939-1969 se pasó en tan solo dos décadas a una captura anual promedio de 28,000 toneladas, producción que ubica a México según la FAO (1995) dentro de los seis principales países que explotan los tiburones (Castillo, 1992) (Fig. 1).

La pesca del tiburón en aguas mexicanas tanto del litoral Pacífico como del Golfo de México se ha caracterizado durante este siglo como una pesquería artesanal multiespecífica que ha operado de acuerdo a las abundancias estacionales del recurso, compuesto por alrededor de 40 especies de tiburones que son capturados comúnmente en las regiones costeras del país (Castillo, 1992). Es importante mencionar que más del 90% de la producción nacional de tiburón y cazón es utilizada para consumo humano directo en diferentes presentaciones como tiburón fresco, congelado y seco-salado. El principal centro de acopio y comercialización de tiburón al mayoreo se encuentra en la Ciudad de México, en la llamada Nueva Central de Abastos y Mariscos, en donde llega la mayor parte de la producción de tiburón y cazón de todo el país.

Aunque el tiburón ha sido considerado como un recurso de "segundo orden o de segunda importancia" por no generar las ganancias económicas de otros recursos tradicionales como el camarón, el atún y la langosta, es claro que ocupa un lugar primordial en las pesquerías mexicanas, ya que representa valiosas fuentes de trabajo para un grupo importante de comunidades costeras del país y su carne es una opción real para la alimentación de la población que no tiene acceso a otras especies marinas de elevados precios en el mercado de mariscos nacional.

Históricamente el estado de Campeche ha sido uno de los principales estados productores de tiburón, ya que desde el siglo pasado se conocía la existencia de grandes tiburones y de especies de tamaño pequeño denominadas cazones en sus costas (Regil y Peón, 1853 y Velasco, 1895). Dichos recursos, los tiburones, permanecieron subexplotados hasta finales de los 30's principios de los 40's formando parte de las



pesquerías de subsistencia y sólo eran aprovechados como complemento de la dieta familiar de las comunidades ribereñas. La explotación de tiburones con fines comerciales y métodos artesanales empezó en el estado de Campeche en los años 50's, debido en parte a la visión de pescadores procedentes del estado de Veracruz quienes trajeron a Campeche las primeras redes tiburonerías y cazoneras (Uribe, 1992).

Actualmente en Campeche los tiburones y cazones son fuente de alimento, empleo y divisas, para las comunidades que se dedican a su captura y comercialización (Uribe, 1984). Como se puede observar en la figura 2 los volúmenes de producción de tiburón y cazón de Campeche de 1976 a 1996 presentan una tendencia positiva con ligeras fluctuaciones a lo largo del periodo observándose su máxima captura en 1983 con 4,654 t y 1992 con 4,577 t, manteniendo una producción promedio de 3,000 t, sin embargo en los últimos tres años se ha presentado una disminución en sus capturas hasta llegar a los 1,104 t para 1997 (SEMARNAP 1998).

El aprovechamiento adecuado y una administración correcta de los recursos pesqueros para beneficio del hombre se lleva a cabo mediante la elaboración de estadísticas de pesquerías, tecnología y mercadotecnia pesqueras, leyes, manejo de poblaciones, cultivo, almacenamiento de pescado y mejoramiento del ambiente, estrategia que debe seguirse también con las pesquerías de tiburones en México. Por la importancia socio-económica de los tiburones en nuestro país es importante su estudio y su aprovechamiento sustentable con bases científicas

Principales especies sujetas a explotación pesquera en México

Algunos investigadores coinciden en señalar que los tiburones de las familias Carcharhinidae y Sphyrnidae como las más representadas en las capturas artesanales del Golfo de México (Applegate *et al.* 1979; Castillo, 1992; Marín, 1992; Uribe, 1984, 1990, 1991, 1992, 1993; Zavala, 1993; Bonfil, 1997).

De las cerca de 400 spp de tiburones que existen en el mundo alrededor de 85 especies de tiburones se capturan en aguas mexicanas, 56 se encuentran en el Golfo de México de las cuales 20 son de importancia económica (Applegate *et al.* 1979). El tiburón cabeza de pala o cazón pech *Sphyrna tiburo* es una de las especies más explotadas en la región del Banco de Campeche. Otras especies de importancia comercial son *Rhizoprionodon terraenovae*, *Carcharhinus limbatus*, *Carcharhinus falciformis*, *Carcharhinus acronotus*, *Carcharhinus leucas*, *Sphyrna lewini* entre otras (Applegate *et al.* 1993, Rodríguez de la Cruz, *et al.* 1996).

Susceptibilidad del recurso a la explotación pesquera

Las pesquerías mundiales de elasmobranchios han afrontado siempre el problema de la susceptibilidad biológica de este grupo de peces a la sobreexplotación, debido a las características intrínsecas de los tiburones como son su lento crecimiento, maduración sexual tardía y baja fecundidad (Holden y Meadows, 1964; Bonfil, 1990; Branstetter, 1990), esto ha traído como consecuencia el desplome de algunas de sus poblaciones después de un intenso periodo de pesca, de ahí la importancia de evaluar sus poblaciones y realizar investigaciones que ayuden a asesorar a los administradores de los recursos pesqueros para poder elaborar políticas pesqueras adecuadas que aseguren



su aprovechamiento racional y sustentable (Gulland, 1983). Uno de los principales problemas para la ordenación de las pesquerías de tiburones y rayas en el mundo ha sido la falta de registros confiables de las capturas por especie y por embarcación debido a su baja prioridad como recurso pesquero y limitado comercio (Castillo, 1992).

Siendo el cazón pech *S. tiburo* una de las especies de tiburones pequeños más abundantes y explotados en México es de gran importancia poder conocer la situación actual de su población, su ciclo reproductivo, su edad y crecimiento, hábitos alimenticios y su ecología con el objeto de ordenar y regular su explotación comercial y conservar las fuentes de empleo y alimento que genera su aprovechamiento.

III. ANTECEDENTES

La pesca de los tiburones en México se remontan al siglo pasado (1890-1900), cuando se exportó el primer cargamento de aletas de tiburón al oriente desde la Ciudad de la Paz, B.C.S. (Hernández, 1971). Para junio de 1939 se efectuó la primera exportación de hígados de tiburón del Puerto de Guaymas, Son. a la Ciudad de Los Angeles, California, E.U.A. (*op. cit.*).

Según Hernández (1971) a partir de la demanda de hígados de tiburón, originada fundamentalmente para obtener fuentes de vitamina "A" durante la Segunda Guerra Mundial, varios industriales mexicanos establecieron las primeras plantas procesadoras de tiburón en el Pacífico Mexicano: Guaymas, Sonora; Mazatlán, Sinaloa; San Blas, Nayarit, y en Guadalajara, Jalisco (Hernández, 1971). En esa época la pesca de tiburones en México llegó a su máximo auge cerca de 5000 t, sin embargo, en 1949 al iniciarse la fabricación sintética de la vitamina "A", a menores costos en los Estados Unidos se produjo una disminución considerable en los volúmenes de captura debido al desplome del precio del mercado internacional de dicha vitamina de origen natural. La producción nacional de tiburón nuevamente volvió a sus niveles mínimos (no mayor a las 1,000 toneladas) que era aprovechada localmente para consumo humano (Castillo y Márquez, 1996).

A partir de la década de los años 60's y 70's se da un nuevo incremento por la creciente demanda mundial de productos derivados de los tiburones como aletas y pieles entre otros y al incremento en el consumo nacional de la carne en estado fresco y seco salado e aumentando la producción en casi las 15,000 toneladas (fig. 1). Para 1981 la pesquería alcanzó su primera captura histórica récord a nivel nacional, con 36,290 toneladas métricas. Durante esta década las capturas anuales de tiburón y cazón promediaron las 28,000 toneladas. Básicamente, la fuerza que ha impulsado a la pesquería durante estos últimos años, ha sido la demanda de carne para consumo humano por los bajos precios en comparación con otros productos marinos y la venta de las aletas de algunas especies de tiburón, debido a los altos precios que estas alcanzan en el mercado oriental. En 1990 se registró la captura más alta de tiburón y cazón de toda la historia de la pesquería al llegar a 36,737 toneladas. La cifra para 1992 fue de 34,543 toneladas. El 80% de esta producción provino de las operaciones de pesca de la flota ribereña artesanal escamera y tiburonera de ambos litorales (Castillo, 1992).



su aprovechamiento racional y sustentable (Gulland, 1983). Uno de los principales problemas para la ordenación de las pesquerías de tiburones y rayas en el mundo ha sido la falta de registros confiables de las capturas por especie y por embarcación debido a su baja prioridad como recurso pesquero y limitado comercio (Castillo, 1992). Siendo el cazón pech *S. tiburo* una de las especies de tiburones pequeños más abundantes y explotados en México es de gran importancia poder conocer la situación actual de su población, su ciclo reproductivo, su edad y crecimiento, hábitos alimenticios y su ecología con el objeto de ordenar y regular su explotación comercial y conservar las fuentes de empleo y alimento que genera su aprovechamiento.

III. ANTECEDENTES

La pesca de los tiburones en México se remontan al siglo pasado (1890-1900), cuando se exportó el primer cargamento de aletas de tiburón al oriente desde la Ciudad de la Paz, B.C.S. (Hernández, 1971). Para junio de 1939 se efectuó la primera exportación de hígados de tiburón del Puerto de Guaymas, Son. a la Ciudad de Los Angeles, California, E.U.A. (op. cit.).

Según Hernández (1971) a partir de la demanda de hígados de tiburón, originada fundamentalmente para obtener fuentes de vitamina "A" durante la Segunda Guerra Mundial, varios industriales mexicanos establecieron las primeras plantas procesadoras de tiburón en el Pacífico Mexicano: Guaymas, Sonora; Mazatlán, Sinaloa; San Blas, Nayarit, y en Guadalajara, Jalisco (Hernández, 1971). En esa época la pesca de tiburones en México llegó a su máximo auge cerca de 5000 t, sin embargo, en 1949 al iniciarse la fabricación sintética de la vitamina "A", a menores costos en los Estados Unidos se produjo una disminución considerable en los volúmenes de captura debido al desplome del precio del mercado internacional de dicha vitamina de origen natural. La producción nacional de tiburón nuevamente volvió a sus niveles mínimos (no mayor a las 1,000 toneladas) que era aprovechada localmente para consumo humano (Castillo y Márquez, 1996).

A partir de la década de los años 60's y 70's se da un nuevo incremento por la creciente demanda mundial de productos derivados de los tiburones como aletas y pieles entre otros y al incremento en el consumo nacional de la carne en estado fresco y seco salado e aumentando la producción en casi las 15,000 toneladas (fig. 1). Para 1981 la pesquería alcanzó su primera captura histórica récord a nivel nacional, con 36,290 toneladas métricas. Durante esta década las capturas anuales de tiburón y cazón promediaron las 28,000 toneladas. Básicamente, la fuerza que ha impulsado a la pesquería durante estos últimos años, ha sido la demanda de carne para consumo humano por los bajos precios en comparación con otros productos marinos y la venta de las aletas de algunas especies de tiburón, debido a los altos precios que estas alcanzan en el mercado oriental. En 1990 se registró la captura más alta de tiburón y cazón de toda la historia de la pesquería al llegar a 36,737 toneladas. La cifra para 1992 fue de 34,543 toneladas. El 80% de esta producción provino de las operaciones de pesca de la flota ribereña artesanal escamera y tiburonera de ambos litorales (Castillo, 1992).



Los primeros estudios realizados sobre tiburones en aguas mexicanas datan de fines de siglo pasado y principios del actual, los cuales fueron realizados por investigadores norteamericanos. Estos estudios se enfocaron principalmente sobre aspectos descriptivos y taxonómicos de estos organismos.

Entre los primeros trabajos hechos en México en que se mencionan la presencia de algunas especies de tiburones en el Golfo de México se encuentra un documento que trata sobre los recursos naturales del sureste del país (Carranza, 1959), y en una lista de recursos pesqueros mexicanos (Ramírez y Sevilla, 1963).

Los primeros estudios realizados sobre tiburones por mexicanos datan de la década de los 60's, cuando en 1964 Marin describe los primeros aspectos generales sobre la pesquería de los tiburones.

En 1967, Kato y Hernández publicaron los primeros resultados de un estudio de marcaje de tiburones en aguas del Pacífico Oriental realizado en forma conjunta entre los gobiernos de México y Estados Unidos. Dicho trabajo proporcionó las primeras informaciones sobre las migraciones de las principales especies de tiburones de importancia comercial en nuestro país.

Los primeros estudios sobre tiburones y rayas se llevaron a cabo por el Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras (INIB), hoy llamado Instituto Nacional de la Pesca (INP). De estas investigaciones destacan las realizadas por Castro-Aguirre (1965, 1967 y 1969) y Hernández (1965 y 1971). Estos trabajos se enfocaron a la identificación y taxonomía de las principales especies de tiburones, así como al registro de las capturas de tiburones en algunas regiones de México.

Es en la década de los 80's cuando la pesquería registró sus mayores niveles de producción los estudios por parte del Instituto Nacional de la Pesca se dirigen al conocimiento de la situación de la pesquería artesanal y al de las poblaciones de tiburones que la sostienen. Estos estudios han permitido en buena parte conocer la composición específica de las capturas comerciales, sus temporadas de pesca, sus zonas de pesca o caladeros de las principales especies y a recabar información sobre algunos aspectos de su ciclo de vida. En algunas regiones específicas del país se ha estimado en forma preliminar el esfuerzo de pesca en las embarcaciones menores y de mediana altura (Castillo, 1992; Bonfil, 1992, 1997; Uribe, 1993.). Recientemente el INP con el apoyo financiero del CONACyT realizó durante 1994 y 1995 un diagnóstico regional de la pesquería artesanal de tiburones en el Golfo de México (Rodríguez de la Cruz *et al.* 1996).

Existen trabajos realizados sobre esta especie de tiburón martillo *Sphyrna tiburo* enfocados a sus hábitos alimenticios (Cortés, *et al.* 1996), comportamiento (Myrberg y Gruber, 1974), variaciones geográficas y reproductivas (Parsons, 1993), historias de vida (Hoese y Moore, 1957), estudios demográficos (Cortés y Parsons, 1996; Márquez *et al.* 1998), edad y crecimiento (Parsons, 1993), ciclos reproductivos y periodo de gestación (Marine, *et al.* 1995), aspectos asociados al desarrollo placentario y gestación (Schlernitzauer y Gilbert, 1966), pero pocos trabajos en los que se involucre aspectos biológico-pesqueros con excepción de los análisis demográficos arriba mencionados y el



trabajo reciente de Castillo *et al* (1998) sobre la pesquería artesanal de tiburones en aguas mexicanas del Golfo de México, en el cual citan a *S. tiburo* como la segunda especie de tiburón pequeño más abundante en las capturas ribereñas.

IV. JUSTIFICACION

Las características intrínsecas de los tiburones: lenta tasa de crecimiento, bajo potencial reproductivo, madurez sexual tardía, una relación directa entre el reclutamiento y las poblaciones adultas, los hacen altamente vulnerables a intensos y prolongados regímenes de pesca, por lo cual a lo largo de la historia de las pesquerías mundiales se han presentado ejemplos claros de su sobreexplotación de poblaciones de elasmobranquios, tanto de tiburones como de rayas, que han causado un abrupto decremento de las abundancias de dichas poblaciones y que después de varias décadas aún no presentan síntomas de recuperación, como ha sucedido con el cazón espinoso, *Squalus acanthias*, del Pacífico Noroccidental durante los años 1940-1950 (Holden, 1974); el cazón de California, *Galeorhinus zyopterus*, en las costas de California, E.U., durante el periodo de 1941-1949 (Ripley, 1946); el cazón del sur de Australia, *Galeorhinus australis*, en los años de 1941-1944 (Olsen, 1959) y más recientemente en los años 80's el tiburón zorro, *Alopias vulpinus*, el mako, *Isurus oxyrinchus* y el tiburón ángel, *Squatina californica*, de las costas de California, E.U. (Bedford, 1987).

V. OBJETIVOS

Objetivo General

Profundizar en el conocimiento sobre la biología y pesquería del cazón Pech *Sphyrna tiburo* de las aguas del Estado de Campeche en el Golfo de México, aportando recomendaciones para su aprovechamiento sustentable como recurso pesquero.

Objetivos Específicos

1) Aspectos taxonómicos de la especie

-Revisión bibliográfica de la taxonomía de la especie

-Destacar las principales características morfométricas que separan a *Sphyrna tiburo* de *Sphyrna tiburo vespertina*.

2) Análisis de la estructura de la población (capturas artesanales)

-Describir la composición en tallas y sexos de las capturas comerciales de esta especie desembarcadas en las distintas localidades pesqueras en el estado de Campeche, durante el período de noviembre 1993 a diciembre de 1994.

-Estimar las principales relaciones biométricas de *S. tiburo*: longitud total vs longitud furcal; longitud total vs longitud precaudal y relación peso vs longitud total.



trabajo reciente de Castillo *et al* (1998) sobre la pesquería artesanal de tiburones en aguas mexicanas del Golfo de México, en el cual citan a *S. tiburo* como la segunda especie de tiburón pequeño más abundante en las capturas ribereñas.

IV. JUSTIFICACION

Las características intrínsecas de los tiburones: lenta tasa de crecimiento, bajo potencial reproductivo, madurez sexual tardía, una relación directa entre el reclutamiento y las poblaciones adultas, los hacen altamente vulnerables a intensos y prolongados regímenes de pesca, por lo cual a lo largo de la historia de las pesquerías mundiales se han presentado ejemplos claros de su sobreexplotación de poblaciones de elasmobranquios, tanto de tiburones como de rayas, que han causado un abrupto decremento de las abundancias de dichas poblaciones y que después de varias décadas aún no presentan síntomas de recuperación, como ha sucedido con el cazón espinoso, *Squalus acanthias*, del Pacífico Noroccidental durante los años 1940-1950 (Holden, 1974); el cazón de California, *Galeorhinus zyopterus*, en las costas de California, E.U., durante el periodo de 1941-1949 (Ripley, 1946); el cazón del sur de Australia, *Galeorhinus australis*, en los años de 1941-1944 (Olsen, 1959) y más recientemente en los años 80's el tiburón zorro, *Alopias vulpinus*, el mako, *Isurus oxyrinchus* y el tiburón ángel, *Squatina californica*, de las costas de California, E.U. (Bedford, 1987).

V. OBJETIVOS

Objetivo General

Profundizar en el conocimiento sobre la biología y pesquería del cazón Pech *Sphyrna tiburo* de las aguas del Estado de Campeche en el Golfo de México, aportando recomendaciones para su aprovechamiento sustentable como recurso pesquero.

Objetivos Específicos

1) Aspectos taxonómicos de la especie

-Revisión bibliográfica de la taxonomía de la especie

-Destacar las principales características morfométricas que separan a *Sphyrna tiburo* de *Sphyrna tiburo vespertina*.

2) Análisis de la estructura de la población (capturas artesanales)

-Describir la composición en tallas y sexos de las capturas comerciales de esta especie desembarcadas en las distintas localidades pesqueras en el estado de Campeche, durante el período de noviembre 1993 a diciembre de 1994.

-Estimar las principales relaciones biométricas de *S. tiburo*: longitud total vs longitud furcal; longitud total vs longitud precaudal y relación peso vs longitud total..



trabajo reciente de Castillo *et al* (1998) sobre la pesquería artesanal de tiburones en aguas mexicanas del Golfo de México, en el cual citan a *S. tiburo* como la segunda especie de tiburón pequeño más abundante en las capturas ribereñas.

IV. JUSTIFICACION

Las características intrínsecas de los tiburones: lenta tasa de crecimiento, bajo potencial reproductivo, madurez sexual tardía, una relación directa entre el reclutamiento y las poblaciones adultas, los hacen altamente vulnerables a intensos y prolongados regímenes de pesca, por lo cual a lo largo de la historia de las pesquerías mundiales se han presentado ejemplos claros de su sobreexplotación de poblaciones de elasmobranquios, tanto de tiburones como de rayas, que han causado un abrupto decremento de las abundancias de dichas poblaciones y que después de varias décadas aún no presentan síntomas de recuperación, como ha sucedido con el cazón espinoso, *Squalus acanthias*, del Pacífico Noroccidental durante los años 1940-1950 (Holden, 1974); el cazón de California, *Galeorhinus zyopterus*, en las costas de California, E.U., durante el periodo de 1941-1949 (Ripley, 1946); el cazón del sur de Australia, *Galeorhinus australis*, en los años de 1941-1944 (Olsen, 1959) y más recientemente en los años 80's el tiburón zorro, *Alopias vulpinus*, el mako, *Isurus oxyrinchus* y el tiburón ángel, *Squatina californica*, de las costas de California, E.U. (Bedford, 1987).

V. OBJETIVOS

Objetivo General

Profundizar en el conocimiento sobre la biología y pesquería del cazón Pech *Sphyrna tiburo* de las aguas del Estado de Campeche en el Golfo de México, aportando recomendaciones para su aprovechamiento sustentable como recurso pesquero.

Objetivos Específicos

1) Aspectos taxonómicos de la especie

-Revisión bibliográfica de la taxonomía de la especie

-Destacar las principales características morfométricas que separan a *Sphyrna tiburo* de *Sphyrna tiburo vespertina*.

2) Análisis de la estructura de la población (capturas artesanales)

-Describir la composición en tallas y sexos de las capturas comerciales de esta especie desembarcadas en las distintas localidades pesqueras en el estado de Campeche, durante el periodo de noviembre 1993 a diciembre de 1994.

-Estimar las principales relaciones biométricas de *S. tiburo*: longitud total vs longitud furcal; longitud total vs longitud precaudal y relación peso vs longitud total..



3) Aspectos reproductivos.

- Conocer la talla mínima de madurez sexual para hembras y machos.
- Conocer la proporción de hembras grávidas dentro de las capturas artesanales.
- Estimar la duración del período de gestación.
- Conocer las temporadas y zonas de apareamiento y alumbramiento en Campeche.
- Conocer las posibles áreas de crianza de esta especie en Campeche.

4) Aspectos pesqueros:

- Caracterización de la pesquería de tiburón en el estado de Campeche.
- Estimación de la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) en embarcaciones menores artesanales.
- Impacto de la pesquería en la población de *S. tiburo*.
- Recomendaciones para la regulación y conservación como recurso pesquero.

VI METODOLOGIA

Los datos del presente trabajo provienen del proyecto de investigación científica titulado "*Evaluación de la Pesquería de Tiburón en el Golfo de México*", llevado a cabo por el Programa Tiburón de la Dirección General de Investigación en Evaluación y Manejo de Recursos Pesqueros del Instituto Nacional de la Pesca (INP) y financiado por el Consejo Nacional para la Ciencia y Tecnología (CONACyT), mediante el contrato 116002-5-1314N9206) y realizado durante el periodo comprendido entre noviembre de 1993 y diciembre de 1994. Se analizaron únicamente los datos biológico-pesqueros correspondientes al estado de Campeche.

6.1 Trabajo de Campo

Datos biológicos

Se realizaron muestreos biológico-pesqueros de las capturas artesanales de tiburones y cazones en seis de las principales localidades pesqueras de Campeche: el Puerto de Campeche, Seybaplaya y Champotón en el norte y Sabancuy, Isla Aguada y Ciudad del Carmen en el sur (fig.3). Para simplificar los análisis de las seis localidades pesqueras en Campeche se agruparon éstas en dos regiones o zonas: la zona norte que fue constituida por Campeche y Seybaplaya, mientras que Champotón, Sabancuy, Isla Aguada y Cd. del Carmen conformaron la zona sur. Los muestreos fueron realizados del 1º de noviembre de 1993 al 31 de diciembre de 1994 con una periodicidad semanal. La determinación de los organismos se realizó mediante diversas claves de identificación



3) Aspectos reproductivos.

- Conocer la talla mínima de madurez sexual para hembras y machos.
- Conocer la proporción de hembras grávidas dentro de las capturas artesanales.
- Estimar la duración del período de gestación.
- Conocer las temporadas y zonas de apareamiento y alumbramiento en Campeche.
- Conocer las posibles áreas de crianza de esta especie en Campeche.

4) Aspectos pesqueros:

- Caracterización de la pesquería de tiburón en el estado de Campeche.
- Estimación de la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) en embarcaciones menores artesanales.
- Impacto de la pesquería en la población de *S. tiburo*.
- Recomendaciones para la regulación y conservación como recurso pesquero.

VI METODOLOGIA

Los datos del presente trabajo provienen del proyecto de investigación científica titulado "*Evaluación de la Pesquería de Tiburón en el Golfo de México*", llevado a cabo por el Programa Tiburón de la Dirección General de Investigación en Evaluación y Manejo de Recursos Pesqueros del Instituto Nacional de la Pesca (INP) y financiado por el Consejo Nacional para la Ciencia y Tecnología (CONACyT), mediante el contrato 116002-5-1314N9206) y realizado durante el periodo comprendido entre noviembre de 1993 y diciembre de 1994. Se analizaron únicamente los datos biológico-pesqueros correspondientes al estado de Campeche.

6.1 Trabajo de Campo

Datos biológicos

Se realizaron muestreos biológico-pesqueros de las capturas artesanales de tiburones y cazones en seis de las principales localidades pesqueras de Campeche: el Puerto de Campeche, Seybaplaya y Champotón en el norte y Sabancuy, Isla Aguada y Ciudad del Carmen en el sur (fig.3). Para simplificar los análisis de las seis localidades pesqueras en Campeche se agruparon éstas en dos regiones o zonas: la zona norte que fue constituida por Campeche y Seybaplaya, mientras que Champotón, Sabancuy, Isla Aguada y Cd. del Carmen conformaron la zona sur. Los muestreos fueron realizados del 1º de noviembre de 1993 al 31 de diciembre de 1994 con una periodicidad semanal. La determinación de los organismos se realizó mediante diversas claves de identificación



de tiburones: "Claves para la determinación de tiburones del Golfo de México" de Marín (1992), "Claves para la identificación de especies de tiburones y cazones en la Sonda de Campeche" (Uribe, 1990); "FAO species identification sheets for fishery purposes Western central Atlantic" (Fisher, 1978), "Field guide to the sharks commonly caught in comercial fisheries of the southeastern United States", NMFS (Castro, 1993).

De los organismos determinados como pertenecientes a la especie *Sphyrna tiburo*, se tomaron las siguientes medidas morfométricas de acuerdo a los criterios de Compagno (1984) (fig. 4):

Longitud Total (LT): Distancia en línea recta entre la punta de la cabeza o morro del tiburón hasta la punta del lóbulo superior de la aleta caudal, colocado el animal en posición natural.

Longitud Furcal (LF): Distancia entre la punta de la cabeza o morro del tiburón hasta la horquilla de la aleta caudal.

Longitud Precaudal (LP): Distancia entre la punta de la cabeza o morro del tiburón hasta la muesca precaudal dorsal.

Longitud del myxopterigio/gonopodio (LC): De la base del myxopterigio (clasper, nombre común en inglés) junto a la cloaca a la punta distal del mismo.

Peso entero (PE): Peso completo con aletas y vísceras del tiburón.

Peso eviscerado (PEV): Peso del organismo ya eviscerado, pero con aletas y cabeza.

Todas las medidas fueron tomadas colocando al tiburón en posición horizontal extendiéndolo en posición natural, utilizando una cinta métrica de plástico graduada en mm. Las medidas se tomaron al mm más cercano.

Sexo: Se determinó mediante la presencia en los machos de los gonopterigios o claspers (órganos copuladores) y la ausencia de estos en las hembras (fig. 4)

En la figura 4 se presenta un esquema general de las diferentes medidas morfométricas que se emplean en el estudio de los tiburones.

Condición sexual: Se determinó el estado de madurez sexual en los machos por el grado de calcificación, vascularización y rotación de los claspers así como por la expansión del riñodón, considerándose como machos maduros aquellos que presentaban el clasper completamente calcificado (endurecido) y la base de este pudiera girar libremente en cualquier ángulo (Clark & Von Schmidt, 1965; Castro, 1993a). Los machos subadultos cumplen también con esta condición, sin embargo no se presenta una completa calcificación y vascularización y no hay todavía una total rotación libre de 180°. En el caso de las hembras por el tamaño, la condición del oviducto y útero que indicara un estado de gravidez reciente o próximo, o por la presencia de embriones u óvulos maduros (Castro, 1993a)



En base a las anteriores características descritas por Castro (1983), los organismos fueron clasificados según la etapa de desarrollo y madurez sexual en:

Neonato: Organismo recién nacido que en el caso de las especies vivíparas la característica más sobresaliente es la conexión umbilical, cuya abertura se presenta en diferentes grados de cicatrización y curación: abierta, iniciando la cicatrización y ya cicatrizada completamente y poco visible. Un neonato comprende las primeras 4 semanas de vida de un tiburón.

Juvenil: Las características físicas de los machos se evidencian por el temprano desarrollo de los gonopterigios. En una etapa avanzada de esta fase, los órganos sexuales internos se aprecian delgados, pálidos y rígidos, tanto en hembras como en machos. Incluye a los organismos que presenta rasgos de la cicatriz umbilical ya cerrada

Adulto (Maduro) : Los machos presentan los myxopterigios completamente calcificados, vascularizados y con capacidad de rotación hacia la parte anterior del animal. Los testículos son grandes y vascularizados, los ductos deferentes se caracterizan por presentar varias vueltas o involuciones sobre sí mismo con presencia de semen en el fluido seminal, el cual se detecto al hacer un corte transversal en varios puntos del epidídimo e incluso en la vesícula seminal. Por lo que respecta a las hembras, éstas muestran los ovarios de gran tamaño con aspecto granuloso y con la presencia de folículos maduros o también llamados ovocitos (color amarillo).

Hembras grávidas (Preñez): Aquellas hembras que en el interior de sus úteros presenten cápsulas uterinas ya depositados, cápsulas blastódicas o embriones en diferentes estadios de desarrollo. Los criterios generales auxiliares para la asignación de los estados de madurez se describen a continuación:

Hembras

Características externas:

1. presencia de cicatriz umbilical (vivíparos)
2. presencia de himen
3. presencia de cicatriz de cópula

Características internas:

1. observación del tamaño de los huevos
2. observación del tamaño y flacidez del ovario
3. observación del tamaño de la glándula oviducal
4. aspecto del útero
5. presencia de huevos uterinos o embriones

Machos

Características externas: (observación de los claspers)

1. Rotación: capacidad de rotar 180° hacia la parte frontal del tiburón, doblándose por el lado interno.



2. Vascularización: observación de coloración rojiza en la parte externa de la base del clasper y en el rifidión.
3. Calcificación: observación de rigidez y endurecimiento del clasper en toda su extensión.
4. Expansión del rifidión: observación de la capacidad y facilidad de expansión del rifidión para su anclaje dentro de la cloaca de la hembra durante la copulación.

Características internas:

1. Observación de la presencia de fluido seminal: este se observará al hacer un corte transversal en la epidídimo superior, medio e inferior, así como en los testículos.
2. Observación del tamaño de los testículos
3. Aspectos de los testículos..

Estas observaciones fueron empleadas en este estudio para el análisis de los aspectos reproductivos

Datos pesqueros

La información de las características de las embarcaciones menores y de las artes de pesca empleadas en las capturas de tiburones y cazones en Campeche fue obtenida mediante entrevistas directas con los pescadores y dueños de las de las embarcaciones, ya fueran cooperativas o permisionarios independientes. La principal información que se recabó en el formato pesquero fue la captura de tiburones en número de ejemplares por especie, así como la ubicación de la zona de pesca. Las medidas y datos de captura fueron anotados en dos formatos elaborados para tal fin, uno biológico y otro pesquero (anexo I). Posteriormente estos formatos fueron vaciados en una base de datos elaborada en una hoja de calculo del programa Excel ver. 5.0 de Microsoft.

6.2 Trabajo de gabinete

Para el análisis estadístico descriptivo de la estructura de tallas de las capturas mensuales se calculó los siguientes parámetros estadísticos: media, moda, desviación estándar, límite máximo, límite mínimo y error estándar.

Las relaciones bioméricas fueron desarrolladas graficando la longitud total del ejemplar contra cada una de las otras dos medidas (longitud furcal y precaudal), ajustando los valores mediante el modelo de regresión lineal:

$$Y = m X + b$$

donde **Y:** Longitud total estimada
 m: Pendiente de la recta
 X: Longitud furcal, precaudal
 b: Ordenada al origen



La relación biométrica longitud-peso se calculó ajustando los valores mediante una curva potencial de la siguiente forma:

$$Y = a X^b$$

donde **a:** ordenada al origen (factor de condición de Baranov)
 b: coeficiente de regresión (parámetro alométrico)
 X: longitud
 Y: peso estimado a la longitud "X"

Se calculó el coeficiente de determinación (r^2) que indicara el grado de asociación para determinar la variación del peso respecto a la longitud.

Los aspectos pesqueros se analizaron tomando las características de las embarcaciones y equipos de pesca que se utilizan en cada una de las localidades. Se calculó preliminarmente la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) tomando como unidad de esfuerzo el número de viajes totales realizados por mes (NVT), donde:

$$CPUE = \text{No. de organismos capturados} / \text{No. de viajes totales por mes.}$$

A fin de caracterizar de forma sencilla a la pesquería artesanal de tiburón en Campeche se empleó como criterio el tamaño de la eslora de las embarcaciones para categorizar a las unidades de pesca (embarcaciones) en dos categorías, las lanchas tipo "A" y tipo "B" cuyas características físicas se presentan en la tabla 1. Dicho criterio fue similar al del Programa que sobre la Pesca Artesanal desarrolló la FAO en México en el año de 1994, mediante la realización de dos censos visuales sobre las embarcaciones menores que operaron en 1994, en ambos litorales.

VII. ZONA DE ESTUDIO

Se decidió agrupar las diferentes localidades en donde se realizaron los muestreos en Campeche en solo dos zonas, la Zona Norte y la Zona Sur, debido a que en algunas de ellas se encontraban muy cercanas entre sí, como sucedió en los muelles del Puerto de Campeche (Muelle de la Policía, San Román y Muelle del Embutido). La Zona Norte estuvo compuesta por Campeche, Seybaplaya y Champotón; la Zona Sur comprendió Ciudad del Carmen, Caleta, Isla Aguada, y Sabancuy. En la Zona Sur no se pudo realizar muestreos durante todo el año por cuestiones logísticas y económicas.

Se conoce como Bahía o Golfo de Campeche a la región marítima del sur del Golfo de México, entre el estado de Veracruz y el noroeste de la Península de Yucatán, mientras que la Sonda o Banco de Campeche, es la faja de plataforma continental que se extiende casi 780 km. a lo largo de la costa de los estados de Tabasco, Campeche y Yucatán No



La relación biométrica longitud-peso se calculó ajustando los valores mediante una curva potencial de la siguiente forma:

$$Y = a X^b$$

donde **a:** ordenada al origen (factor de condición de Baranov)
 b: coeficiente de regresión (parámetro alométrico)
 X: longitud
 Y: peso estimado a la longitud "X"

Se calculó el coeficiente de determinación (r^2) que indicara el grado de asociación para determinar la variación del peso respecto a la longitud.

Los aspectos pesqueros se analizaron tomando las características de las embarcaciones y equipos de pesca que se utilizan en cada una de las localidades. Se calculó preliminarmente la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) tomando como unidad de esfuerzo el número de viajes totales realizados por mes (NVT), donde:

$$CPUE = \text{No. de organismos capturados} / \text{No. de viajes totales por mes.}$$

A fin de caracterizar de forma sencilla a la pesquería artesanal de tiburón en Campeche se empleó como criterio el tamaño de la eslora de las embarcaciones para categorizar a las unidades de pesca (embarcaciones) en dos categorías, las lanchas tipo "A" y tipo "B" cuyas características físicas se presentan en la tabla 1. Dicho criterio fue similar al del Programa que sobre la Pesca Artesanal desarrolló la FAO en México en el año de 1994, mediante la realización de dos censos visuales sobre las embarcaciones menores que operaron en 1994, en ambos litorales.

VII. ZONA DE ESTUDIO

Se decidió agrupar las diferentes localidades en donde se realizaron los muestreos en Campeche en solo dos zonas, la Zona Norte y la Zona Sur, debido a que en algunas de ellas se encontraban muy cercanas entre sí, como sucedió en los muelles del Puerto de Campeche (Muelle de la Policía, San Román y Muelle del Embutido). La Zona Norte estuvo compuesta por Campeche, Seybaplaya y Champotón; la Zona Sur comprendió Ciudad del Carmen, Caleta, Isla Aguada, y Sabancuy. En la Zona Sur no se pudo realizar muestreos durante todo el año por cuestiones logísticas y económicas.

Se conoce como Bahía o Golfo de Campeche a la región marítima del sur del Golfo de México, entre el estado de Veracruz y el noroeste de la Península de Yucatán, mientras que la Sonda o Banco de Campeche, es la faja de plataforma continental que se extiende casi 780 km. a lo largo de la costa de los estados de Tabasco, Campeche y Yucatán No



obstante existe la tendencia de considerar específicamente como Sonda, al área donde la zona extremo Este de la Bahía se sobrepone a la extremo Oeste del Banco y cuyas aguas someras bañan las costas de los estados de Tabasco y Campeche (Uribe, 1993).

El estado de Campeche está ubicado al occidente de la Península de Yucatán en la región Sureste de México, entre los paralelos 21° a 17° latitud Norte meridianos 89° a 93° longitud Oeste. Limita al Noreste con el estado de Yucatán, al Este con Quintana Roo, al Sur con la República de Guatemala, al Suroeste con el estado de Tabasco y al Oeste con el Golfo de México.

Su clima, según Kopen modificado por García 1973 y 1983, es de tipo Amw, cálido subhúmedo isotermal con lluvias en verano (de mayo a septiembre) y precipitación promedio anual de 1100 a 1900 mm, con temperaturas promedio anuales superiores a los 26° C. (Hernández-Silva H. 1987).

Los mínimos de precipitación tienen lugar a finales de invierno y principios de primavera, los máximos se registran durante los meses de septiembre y octubre, después de la canícula de julio; a partir de octubre aumentan los días con vientos del Norte hasta llegar a un máximo en noviembre, en verano la región es visitada ocasionalmente por ciclones y tormentas tropicales. (Coll de Hurtado, 1975).

7.1 Geomorfología y Sedimentos

La porción Suroeste del estado de Campeche posee importantes ríos y lagunas, esta zona y la región Sur son las más bajas, carecen de relieves y tienen suelos originados por depósitos de aluvión. En la zona Norte sólo destaca el Río Champotón y hay pequeños lomeríos y depresiones que forman ondulaciones menores de 300m de altura, los suelos son poco profundos, arcillosos, con una capa superficial de humus fértil y descansan sobre rocas calizas. El estado cuenta con 19 mil hectáreas de agua dulce, 200 mil hectáreas de lagunas costeras y 400 km. de litoral cuyo principal accidente es la Laguna de Términos (Coll de Huertado, 1975; IEPES, 1976; CEPES, 1982; Uribe, 1993).

La Laguna de Términos mide 70km. de largo, 25 a 30 km. de ancho, una superficie de 2,400km², una profundidad entre 2 a 2.5mts. en el 70% de su extensión, 4 mts de profundidad máxima en la parte central y se comunica con el mar por dos bocas situadas en los extremos de la Isla del Carmen. Su lado Oeste tiene fondo lodoso y el Este lodo-arenoso por estar asentada en el límite de una zona con depositación de detritus terrígenos al Oeste (provincia deltaica) y otra con depositación de carbonato de calcio al Este (provincia carbonatada); cuyas fuentes sedimentarias respectivas son el sistema fluvial Grijalva-Usumacinta y la Placa de Yucatán (Coll de Hurtado, *op cit.* Gómez-Aguirre, 1974; Vázquez-Botello, 1978).

El litoral del estado en su zona Suroeste cae dentro de la planicie costera del Sureste de México y tiene gran proporción de sedimentos clásticos de grano fino de origen aluvial acumulados desde el período Terciario en los complejos deltaicos pero la mayor parte del litoral forma parte de la Península de Yucatán, vasta plataforma caliza emergida de suave topografía kárstica con sedimentos carbonatados biogénicos del Cuaternario



tardío (Carranza-Edwards *et al.* 1975 Britton y Morton, 1989). En la costa frente a la Laguna de Términos se continúa el límite de transición sedimentaria entre las provincias deltaicas y carbonatada (Gutiérrez-Estrada, 1977; Yáñez-Arancibia *et al.* 1985).

En la zona Oeste del área de estudio, la faja de plataforma es menos ancha y su pendiente más pronunciada, alcanzando rápidamente aunque de forma gradual el talud continental; los fondos carecen de vegetación béntica y tienen sedimentos limo-arcillosos con poco carbonato de calcio y alto contenido de materia orgánica. La faja en la zona Este-Noreste es más amplia y la pendiente desciende suavemente hasta las 40 brazas donde cae uniéndose al talud; sus fondos someros provistos de pastos marinos y macroalgas bénticas, poseen sedimentos con alto contenido de carbonato de calcio y poca materia orgánica cerca de la costa (Yáñez-Arancibia *et al. op cit.*), pero más afuera se encuentran fondos coralinos (García y Gómez, 1974).

Las playas son bajas y se extienden formando una amplia porción de plataforma continental de 51000 km., 200 km. de ancho y una profundidad cercana a 200 mts. que constituye la Sonda de Campeche (IEPES, *op cit.*; CEPES, *op cit.*). Su pendiente suave y lisa únicamente es interrumpida por terrazas escalonadas a intervalos entre 16-20, 28-35 y 50-75 brazas, destacando un cinturón de arrecifes coralinos en la isobata de 30 brazas (Harding y Nomlin, 1966).

En la zona de la plataforma más alejada de la costa hacia el noroeste del estado, existen abundantes bajaríos rocosos y notables cayos como los de Arcas, Obispos y Triángulos (CEPES, 1982).

El Banco de Campeche está separado de la parte profunda de la Bahía de Campeche por el Cañón de Campeche, que se extiende de norte a sur a lo largo de 140 km., con anchura de 25 a 30 km. y una profundidad aproximada de 2,600 m. Este cañón submarino representa el límite profundo de separación entre las arcillas y limos de la Bahía de Campeche y los depósitos calcáreos de la plataforma yucateca (Harding y Nowlin, *op cit.*; Morelok y Bryant, 1971).

7.2 Climatología

Pueden definirse tres estaciones climáticas generales para toda el área: seca de febrero a mayo, lluviosa de junio a septiembre y la de "nortes", tormentas y ciclones de octubre a marzo, es decir, son frecuentes las lluvias en el verano, otoño y en invierno es seco. Los vientos dominantes fluyen de Este a Sureste con velocidad máxima promedio anual de 8 nudos, interrumpidos por los ciclones caribeños durante el otoño y por los fuertes nortes en los meses más fríos del año cuando los vientos corren de Norte a Noroeste con velocidades de 50 a 72 nudos (Olvera *et al.* 1975; Yáñez-Arancibia y Day, 1982; Yáñez *et al.* 1983, 1985).

La temperatura ambiente en la Laguna de Términos varía desde 17° C en invierno hasta 32° C en verano y la precipitación pluvial entre 1,200 y 2,000 mm por año; los vientos dominantes provienen del NE y SE, excepto en la época de tormentas en que prevalecen los del N. En las zonas Sur y Suroeste del estado predomina un clima cálido húmedo con promedios anuales de 26.9° C y 1,785 mm de precipitación pluvial; en la parte norte



el clima es cálido subhúmedo con 26°C de temperatura promedio anual y de 1,000 a 1,500 mm de precipitación pluvial. La temperatura promedio anual en la zona de cayos es de 27°C y la precipitación promedio varía de 323.5 mm en los cayos de Triángulos a 516.4 mm en los de Arcas (SRH,1962; Coll de Hurtado, 1975; IEPES, 1976; Gómez-Aguirre, 1974; CEPES, 1982).

7.3 Hidrología

El régimen de vientos y corrientes litorales origina en la Laguna un flujo neto de entrada por la boca de Isla Aguada, que forma un delta de sedimentos calcáreos y determina condiciones de aguas transparentes con elevada salinidad en su lado Este; en tanto que la descarga de los ríos incrementada por las lluvias torrenciales provoca un flujo neto de salida por la boca de Cd. del Carmen que forma un delta de sedimentos terrígenos y crea condiciones de aguas turbias ricas en nutrientes y con baja salinidad en la parte Oeste. La Laguna recibe en general un pulso moderado de luz y la calidad del agua se mantiene por flujos de la boca Este (Mancilla-Peraza y Vargas-Flores, 1980; Yañez y Day, 1982; Yañez *et al.* 1980, 1983).

En la Sonda predomina la corriente del Caribe que penetra por el Canal de Yucatán transportando aguas cálidas y salinas con velocidades de 0.5 a 1.5 nudos en dirección Suroeste y luego gira hacia el norte; entre octubre y mayo coincidiendo con la época de nortes, la corriente adquiere un movimiento circular contrario al de las manecillas del reloj (Olvera *et al.* 1975). Los giros anticiclónicos generados mayormente en junio y julio al estrangularse la corriente dominante, llevan agua cálida a mayor profundidad y producen succión. Los giros ciclónicos posteriores provocan ascenso de aguas frías sobre todo entre invierno y primavera, siendo más vigorosos los de octubre y noviembre (De la Lanza, 1991).

El conjunto de características geográficas que imperan en el estado, en la Sonda y en especial la presencia del complejo fluvio-estuarino de la Laguna, determinan que en la plataforma adyacente al estado existan dos zonas con características hidrológicas diferenciales (Villalobos y Zamora, 1977). La zona Oeste tiene aguas turbias con temperaturas, salinidad, oxígeno y pH relativamente bajos, en comparación con los valores típicamente marinos y más elevados de los mismos parámetros en la costa Este-Noreste (Yañez-Arancibia, 1985).

En la zona de los cayos las condiciones también son típicas marinas, notándose mayor influencia de las aguas procedentes de Yucatán que limitan el efecto de la Bahía de Campeche; pero debido a las corrientes ciclónicas y anticiclónicas originadas cerca del talud durante la época de huracanes y tormentas, se forman corrientes verticales ascendentes que provocan disminución de la temperatura superficial y transportan sedimentos provenientes de la Bahía de Campeche. Dichas surgencias son más frecuentes en primavera-verano y en general determinan incremento subsecuente en los niveles de nutrientes, producción de fitoplancton, saturación de oxígeno y biomasa de zooplancton (Bessonov y González, 1967; de la Cruz,1967; Villalobos y Zamora, 1977; Cahero, 1987; Uribe, 1993).



7.4 Ecología

Estudios diversos efectuados en el área sugieren que las variaciones locales de algunos de sus componentes ambientales como batimetría, sedimentos, turbidez, nutrientes, salinidad y temperatura en correlación con la variación estacional de los procesos climáticos y meteorológicos, afectan la diversidad, distribución, abundancia y estructura de poblaciones y comunidades de camarones pendidos, cangrejos barqueros y peces demersales. (Hildebran, 1955; Soto, 1979; Sánchez-Gil *et al.* 1981; Yañez-Arancibia, 1985).

Aunque las diferencias ambientales que ocurren a nivel local determinan la coexistencia de distintos subsistemas ecológicos, de manera que en la Laguna de Términos se han podido definir hasta cinco de estos subsistemas (Yañez-Arancibia y Day, 1982); citado por Uribe, (1993). En base a las condiciones fisiográficas ya descritas, pueden considerarse cuatro zonas ambientales, cuyas características ecológicas generales son:

- 1) Sistema estuarino de la Laguna de Términos: presenta un ambiente heterogéneo e inestable con alta productividad estacional; el fitoplancton aumenta durante la época de lluvias y disminuye en la de secas. Con relación a la ictiofauna, la mayor cantidad de especies y los más altos valores de abundancia de juveniles y biomasa, coinciden con el incremento en los niveles de nutrientes en la temporada de máxima descarga fluvial, hacia el final de la estación de lluvias y principio de los "nortes" (Yañez-Arancibia y Day, *op cit.* 1982); aunque en particular, la producción de peces es mayor en las áreas de influencia fluvial que en las de influencia marina (Yañez *et al.* 1980).
- 2) Costa Oeste: constituye un ambiente heterogéneo e inestable con alta productividad debida a su interacción con los procesos fluvio-estuarinos; su fitocenosis plantónica es de tipo nerítico a lo largo de todo el año, lo que implica poca diversidad y alta abundancia (Krylov, 1974). La diversidad de la ictiofauna es relativamente baja y sólo aumenta durante las lluvias especialmente frente a la boca del Este; su densidad y biomasa son mayores en la temporada de secas, se mantienen estables en la de lluvias y decrecen al llegar los "nortes". Parece haber una relación directa entre profundidad y biomasa, a la vez que una inversa entre diversidad y biomasa; ésta última sugiere que pocas especies dan cuenta de la mayor parte de la biomasa (Yañez-Arancibia *et al.* 1985).
- 3) Costa Este: tiene ambiente homogéneo y estable típicamente marino con alta productividad característica de zona con bancos de *Thalassia testudinum*; su fitocenosis plantónica que también es nerítica, se torna transitiva al elevarse la diversidad durante la época de lluvias y ciclones (Krylov, 1974). La diversidad y densidad ictiofaunística son menores en las temporadas de secas y lluvias, pero aumenta en la de "nortes"; La biomasa permanece alta y sólo se reduce en el periodo lluvioso. Aparentemente hay una relación inversa entre profundidad y biomasa, además de una directa entre diversidad y biomasa; indicando ésta que la biomasa está distribuida entre más especies (Yañez-Arancibia *et al.* 1985).



4) Zona de cayos fuera de la costa : de ambiente heterogéneo relativamente estable y alta productividad debido a las surgencias más frecuentemente en primavera-verano con valores máximos de nutrientes en marzo y julio (Cahero, 1987); la fitocenosis plantónica es de tipo transitorio la mayor parte del año con alta variedad de especies y gran cantidad de plancton, aunque hacia el final de la estación seca y parte de la lluviosa se torna oceánica notándose gran variedad de especies y poca abundancia de plancton (Krylov, *op cit.*). En la ictiofauna se aprecia un incremento de la diversidad a partir de los 10 m y una disminución de su biomasa (Yañez *et al.* 1985).

Además de que se han detectado elevados rendimientos pesqueros en algunas especies, la parte más profunda del área de estudio es de interés especial por saberse zona de reproducción no solo de organismos residentes, sino también de especies pelágico-oceánicas que la utilizan como destino en sus migraciones de desove (Juárez, 1974; Olachea y Sauskan, 1974; Sauskan y Olachea, 1974; Olvera *et al.* 1975; Padilla 1975).

En relación a la región de la Laguna de Términos, se encuentran en proceso de estudio su declaratoria como área de protección de flora y fauna silvestre (Yañez-Arancibia, 1993).

VIII. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

Aspectos Biológicos

8.1 Revisión taxonómica

Descripción de la familia Sphyrnidae

Esta familia pequeña cuenta con 9 especies, pero su distribución es amplia, abarcando aguas templadas, tropicales e insulares. Su rangos de profundidad van desde la superficie hasta 275 metros. Los tiburones martillos son nadadores activos y se encuentran en grupos, incluso de más de cien individuos denominados escuelas (schools) (Compagno, 1984).

La familia Sphyrnidae (Gill, 1872) se caracteriza por su forma de la cabeza expandida lateralmente a manera de "martillo" (maso), por lo que se les conoce como tiburones martillo; presentan ojos circulares con una membrana nictitante interna, espiráculos ausentes y pliegues labiales vestigiales o ausentes. La base de la primera aleta dorsal se origina por delante del inicio de las aletas pélvicas, variando de equidistante entre la base de las aletas pectorales. El punto medio de la base en la primera aleta dorsal siempre esta frente al origen de las aletas pélvicas. La segunda aleta dorsal es más chica que la primera (Compagno, 1984). Presenta un neurocráneo sin crestas supraorbitales primarias con las puntas de los procesos preorbital y postorbital fusionadas para formar una cresta supraorbital secundaria única.

Algunas de las especies más grandes de tiburones martillo parecen encontrar cardúmenes de peces en el palángre más rápido que otros tiburones y también se mueren más rápidamente que la mayoría de otras especies al ser capturados. (Compagno, 1984). La cabeza deprimida y expandida lateralmente les permite equilibrarse o balancearse



4) Zona de cayos fuera de la costa : de ambiente heterogéneo relativamente estable y alta productividad debido a las surgencias más frecuentemente en primavera-verano con valores máximos de nutrientes en marzo y julio (Cahero, 1987); la fitocenosis plantónica es de tipo transitorio la mayor parte del año con alta variedad de especies y gran cantidad de plancton, aunque hacia el final de la estación seca y parte de la lluviosa se torna oceánica notándose gran variedad de especies y poca abundancia de plancton (Krylov, *op cit.*). En la ictiofauna se aprecia un incremento de la diversidad a partir de los 10 m y una disminución de su biomasa (Yañez *et al.* 1985).

Además de que se han detectado elevados rendimientos pesqueros en algunas especies, la parte más profunda del área de estudio es de interés especial por saberse zona de reproducción no solo de organismos residentes, sino también de especies pelágico-oceánicas que la utilizan como destino en sus migraciones de desove (Juárez, 1974; Olachea y Sauskan, 1974; Sauskan y Olachea, 1974; Olvera *et al.* 1975; Padilla 1975).

En relación a la región de la Laguna de Términos, se encuentran en proceso de estudio su declaratoria como área de protección de flora y fauna silvestre (Yañez-Arancibia, 1993).

VIII. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

Aspectos Biológicos

8.1 Revisión taxonómica

Descripción de la familia Sphyrnidae

Esta familia pequeña cuenta con 9 especies, pero su distribución es amplia, abarcando aguas templadas, tropicales e insulares. Su rangos de profundidad van desde la superficie hasta 275 metros. Los tiburones martillos son nadadores activos y se encuentran en grupos, incluso de más de cien individuos denominados escuelas (schools) (Compagno, 1984).

La familia Sphyrnidae (Gill, 1872) se caracteriza por su forma de la cabeza expandida lateralmente a manera de "martillo" (maso), por lo que se les conoce como tiburones martillo; presentan ojos circulares con una membrana nictitante interna, espiráculos ausentes y pliegues labiales vestigiales o ausentes. La base de la primera aleta dorsal se origina por delante del inicio de las aletas pélvicas, variando de equidistante entre la base de las aletas pectorales. El punto medio de la base en la primera aleta dorsal siempre esta frente al origen de las aletas pélvicas. La segunda aleta dorsal es más chica que la primera (Compagno, 1984). Presenta un neurocráneo sin crestas supraorbitales primarias con las puntas de los procesos preorbital y postorbital fusionadas para formar una cresta supraorbital secundaria única.

Algunas de las especies más grandes de tiburones martillo parecen encontrar cardúmenes de peces en el palángre más rápido que otros tiburones y también se mueren más rápidamente que la mayoría de otras especies al ser capturados. (Compagno, 1984). La cabeza deprimida y expandida lateralmente les permite equilibrarse o balancarse



pero también es importante para los órganos sensoriales y la detección de campos magnéticos; los ojos espaciados lateralmente pueden hacer que mejore la visión binocular anteriormente, las cápsulas nasales expandidas permiten desarrollar órganos nasales más grandes y un sentido olfatorio más agudo y más direccional y el área incrementada de la cabeza permite tener Ampulas de Lorenzini más extensas, el sentido de la presión y los sentidos electromagnéticos con mayor eficacia (Compagno, 1984).

En el género *Sphyrna* la expansión lateral de la cabeza incrementada secuencialmente entre las especies puede indicar una mayor maniobrabilidad aumentando la sensibilidad en las especies de cabeza más ancha (amplias).

Los tiburones cabeza de martillo son comedores versátiles que pueden capturar una amplia variedad de peces con esqueleto, elasmobranquios, cefalópodos, crustáceos y otras especies.

El rango de tamaño en este grupo de tiburones también es variado desde los tiburones que se les llama cazones que miden menos de 150 cm, como es el caso de *Sphyrna corona* de 90 cm de longitud total, hasta aproximadamente tiburones grandes de hasta 610 cm como es la especie *Sphyrna mokarran*. Todas estas especies son vivíparas, generalmente son de color gris oscuro, *Sphyrna tiburo* en particular a veces llega a ser de un color verdusco similar a otras especies y es causado por el lugar en donde habitan. El género *Sphyrna* es el más numeroso con 8 especies y el género *Eusphyrna* con 1 sola especie. La identificación de las especies a simple vista no es tan fácil en algunas especies, pero en *Sphyrna tiburo* lo es por sus características muy particulares.

Descripción de *Sphyrna tiburo*

Sphyrna tiburo es un tiburón pequeño con la cabeza en forma de pala escavadora (característica distintiva de esta especie) sin filo o borde, muy angosta sin indentaciones en sus bordes interiores, dientes posteriores agrandados molariformes, el ápice de la primera aleta dorsal se encuentra enfrente de los orígenes de las aletas pélvicas y presenta un margen anal posterior ligeramente cóncavo (Compagno, 1984).

Diagnóstico: Cabeza longitudinalmente alargada, su ancho corresponde del 18 al 25 % del largo total (generalmente 21%), boca arqueada ampliamente, dientes anteriores con cúspides cortas, sólidas no aserradas, los dientes posteriores sin cuspe, quillados más o menos expandidos y parecidos a los dientes molariformes de *Heterodontus*. La primera aleta dorsal moderadamente falcada, sus orígenes sobre los márgenes internos de las aletas pectorales y atrás de sus inserciones; aletas pélvicas no falciformes con márgenes posteriores rectos o casi rectos, la aleta anal más grande que la segunda dorsal y larga (Compagno, 1984).

Los machos maduran entre los 52 y 75 cm, alcanzando los 124; las hembras maduran a los 84 cm y alcanzan los 130, nacen midiendo entre 35 y 40 cm, rara vez sobrepasan los 130 cm de longitud total (Compagno, 1984).

La distribución geográfica de *Sphyrna tiburo* comprende desde Nueva Inglaterra E.U. incluyendo el Golfo de México hasta Brazil; es común en aguas de Carolina y Georgia

Cazón pech, *Sphyrna tiburo* (Linnaeus, 1758)



en verano, para Florida y el Golfo de México en primavera, verano y otoño; en el Pacífico Oriental desde el sur de California, E.U. hasta las costas de Ecuador. También esta reportado para las Bahamas y Cuba.

Su fórmula dental, según Castro (1983) es:

12 a 14 - 1 o 0 - 12 a 14
12 a 14 - 1 - 12 a 14

Sphyrna tiburo (Linnaeus, 1758)
Squalus tiburo Linnaeus, 1758, Syst. Nat.

La clasificación según (Compagno, 1984) de *Sphyrna tiburo* es:

Phylum Chordata (Haeckel, 1874).
Subphylum Vertebrata (Duchesne, 1975).
Superclase Gnathostomata (Save-Soderberg, 1934).
Clase Elasmobranchimorphii (Jarvick, 1960).
Subclase Chondrichthyes (Arambourg y Baertin, 1958).
Infraclase Elasmobranchii (Müller, 1844).
Superorden Euselachii (Regan, 1966).
Orden Carcharhiniformes (Compagno, 1988).
Familia Sphyrnidae (Gill, 1872).
Género Sphyrna (Rafinesque, 1810).
Especie tiburo (Linnaeus, 1758).

Para *Sphyrna tiburo* se tienen las siguientes sinonimias:

Squalus tiburo (Linnaeus, 1758).
Sphyrna tiburo (Rafinesque, 1810).
Cestrorhinus tiburo (Blainville, 1816).
Zygaena tiburo (Valenciennes, 1822).
Zygaena tiburo (Leuckart, 1836).
Platysqualus tiburo (Swainson, 1839).
Sphyrnias tiburo (Gray, 1851).
Reniceps tiburo (Gill, 1862).
Cestracion tiburo (Gill, 1861).
Sphyrna tiburo (Jordan and Evermann, 1896).

8.2 Diferencias entre *S. tiburo tiburo* (Atlántico) y *S. tiburo vespertina* (Pacífico).

La comparación entre ambas especies utilizando ejemplares de ambos litorales no se pudo llevar a cabo debido a problemas logísticos y económicos por lo que en este trabajo se hizo de forma bibliográfica:



Los especímenes de *S. tiburo* provenientes del Pacífico usualmente tienen la cabeza más puntiaguda que los del Atlántico (fig. 5). Esta diferencia también se refleja en las medidas del ancho de la cabeza y la distancia transversal entre las narinas siendo más desarrolladas y grandes en *S. tiburo vespertina*.

Springer (1940) describió la población del Pacífico como una especie nueva *Sphyrna vespertina*, sin embargo Bigelow y Schroeder (1948) la colocaron dentro de la sinonimia de *Sphyrna tiburo*. Por varias razones las dos poblaciones son referidas como diferentes a nivel de subespecie: Primero, por que no se ha encontrado diferencias evidentes solo la forma de la cabeza (Gilbert, 1967). Algunos individuos son intermedios en cuanto a la forma de la cabeza (fig. 6), tales especímenes posiblemente resultaron de una reamalgamación parcial de las poblaciones siguiendo la diferenciación inicial de las dos formas (Gilbert, 1967). Los conteos vertebrales fueron hechos en cuatro especímenes de *S. tiburo tiburo* y tres de *S. tiburo vespertina*. Estos conteos dieron como resultado rangos de 142 a 170 vértebras en *S. tiburo tiburo* y de 163 a 172 vértebras de *S. tiburo vespertina*. Estos resultados son interesantes debido a que el rango en el número de vértebras es amplio y también debido a que existió un arreglo muy cercano en el número de vértebras entre dos individuos de *S. tiburo tiburo* y los especímenes de *S. tiburo vespertina*. Los dos especímenes de *S. tiburo tiburo* que presentaron los conteos más bajos fueron de 142 y 143 vértebras, los cuales provenían del Este del Golfo de México, mientras que aquellos ejemplares con los conteos más grandes (159 y 170 vértebras) fueron los de Rhode Island, E.U. y Brasil, es decir, de otras regiones distintas al Golfo de México. Springer V. y Garrick (1964) indicaron la existencia de un número de especies relacionadas muy cercanamente que varían únicamente por sus números en conteos vertebrales. Esto sugiere que los especímenes de *S. tiburo tiburo* de la región Este del Golfo de México presentan un parentesco en cuanto a forma aunque pueden distinguirse de otras poblaciones de las mismas subespecies sólo por el número de vértebras.

Actualmente se identifica a *S. tiburo vespertina* como una subespecie, aunque existen pocos trabajos sobre este tema en particular quizás debido a los pocos reportes con que se cuenta sobre estos especímenes, ya que solo se reporta a estas subespecies como *S. tiburo* y sería interesante y recomendable conocer más sobre la biología básica de estas especies, tratando de saber si esta es parecida o diferente.

8.3 Estructura de la Población

Composición de las capturas artesanales de Campeche

Durante el periodo de estudio comprendido de Noviembre de 1993 a Diciembre de 1994 se identificaron 33 especies distintas en los desembarques de tiburones dentro del Golfo de México (Rodríguez de la Cruz *et al.* 1996).

Durante este estudio se identificaron como las principales especies más abundantes en la región del Golfo de México las siguientes: *Rhizoprionodon terraenovae*, *Sphyrna tiburo*, *Carcharhinus limbatus*, *Carcharhinus acronotus*, *Sphyrna lewini*, *Carcharhinus leucas*, *Carcharhinus falciformis*, *Squalus cubensis*, *Carcharhinus porosus*, y *Carcharhinus brevipinna* (Rodríguez de la Cruz, *et al.* 1996). *Sphyrna tiburo* fue la



segunda especie más abundante después de *Rizoprionodon terraenovae*, aportando el 15 % del total de los desembarcos monitoreados (Fig. 7).

En Campeche se registraron 17 especies de tiburones en las capturas artesanales pertenecientes a tres ordenes, cuatro familias, y 6 géneros (Tabla 2). Las especies más importantes del punto de vista numérico en las capturas fue *R. terraenovae*, *S. tiburo*, *C. acronotus*, *C. limbatus*, *C. leucas* y *S. lewini* (Fig. 8).

Se registró la captura de 11,203 tiburones del cazón pech *Sphyrna tiburo* en las seis localidades de Campeche: Puerto de Campeche (Muelle de la Policia, Muelle del Embutido y San Roman), Seybaplaya, Ciudad del Carmen (incluyendo Caleta), Isla Aguada, Champoton, y Sabancuy. Se tomaron medidas morfométricas de 1,687 ejemplares de esta especie.

El intervalo de tallas de *S. tiburo* en Campeche para sexos combinados (hembras y machos) fue de 60-95 cm de LT con un promedio de 71.5 ± 0.40 cm de LT. Las hembras presentaron un intervalo de 65-95cm de LT con un promedio de 75 ± 0.55 cm de LT. Para los machos su rango de tallas fue de 50-80 cm de LT con un promedio de 64 ± 0.49 cm de LT (fig.9).

Zona Norte

En el presente estudio las capturas máximas se observaron en la zona Norte de Campeche. En total se muestrearon en la zona norte 932 tiburones de ambos sexos. El rango de tallas para sexos combinados fue de 60-80 cm de LT con un promedio de 76.15 ± 0.39 cm de LT. En caso de las hembras que fueron 528 tiburones éstas presentaron un intervalo de tallas de 65-95 cm de LT, con un promedio 77.35 ± 0.83 cm de LT., (fig.10). Para el caso de los machos las tallas observadas fueron de entre los 60 y 80 cm de LT con un promedio 62.75 ± 0.67 cm de LT ($n = 404$ organismos) (fig. 10).

Zona Sur

Para la zona Sur las capturas de *S. tiburo* estuvieron compuestas por 788 organismos que presentaron un rango de talla de 44 a 111 cm de LT (hembras y machos) con un promedio 77.85 ± 0.51 cm de LT. Las hembras muestreadas ($n= 489$) presentaron un rango de tallas de 44-111 cm con un promedio aritmético de 78.0 ± 0.68 cm LT (fig.11), y para los machos fue de 44-87 cm de LT con un promedio estimado de 66.15 ± 0.45 cm LT ($n=299$) (fig.11).

La máxima talla registrada en este estudio fue de 121cm de LT correspondió a una hembra en el mes de febrero en la zona Norte pero también en esa zona se registró la talla mínima, un macho de 30.8cm de LT en el mes de noviembre. Para la zona Sur el organismo más grande fue una hembra de 111.2cm de LT y una mínima de 44.5cm de LT un macho en el mes de julio y febrero respectivamente

En la tabla 3 se sumaliza el análisis estadístico descriptivo de los organismos muestreados durante el presente estudio y separado por sexos y para ambas zonas de Campeche.



Estacionalidad de las Capturas

El mes que se registró con mayor captura de *S. tiburo* en Campeche fue agosto de 1994, con un total de 1,923 organismos. Según los datos de captura registrados durante este estudio el periodo de junio a octubre de 1994 fue el más importante en cuanto a sus capturas (junio: 1,349; julio: 1,027; agosto: 1,923; septiembre: 704 y octubre: 1,489) (fig. 12).

Proporción de sexos

Del total de 1,687 tiburones solo se sexaron 1,624 (tabla 3). De los organismos muestreados 972 organismos fueron hembras y 652 machos), por lo que la proporción de sexos general para Campeche fue 1.5:1 (hembra:macho). Por zona se encontró que la Norte presentó 495 hembras y 344 machos, dando como resultado una proporción de fue de 1.4:1 (h:m) mientras que en la Zona Sur se observaron 477 hembras y 316 machos (proporción de 1.5:1h:m) (tabla 3).

Por lo que respecta a la mayor proporción de hembras observada por mes para todo Campeche se encontró que el mes con mayor número de hembras fue julio con una proporción sexual de 2.4:1 (h:m), mientras que en la Zona Norte fue el mes de octubre de 1994 con una proporción de 3.5 hembras por un macho y para la Zona Sur fue agosto con 3:1 (h:m).

Relaciones Morfométricas

Los resultados de la obtención de las relaciones biométricas se muestran en la tabla (7) :

Las relaciones mas confiable para sexos combinados fue longitud total/longitud precaudal (fig. 24) con una $r^2 = 0.9810$, descrita por el siguiente modelo de regresión lineal simple:

$$L_t = (0.78) L_p + (-2.64)$$

Donde L_t : longitud total estimada para ambos sexos

L_p . longitud precaudal

0.78 : es el valor de la pendiente

-2.64 : es el valor de la ordenada al origen

También la relación longitud total/longitud furcal para sexos combinados tuvo un grado de asociación muy cercano con una $r^2 = 0.9720$ (fig.23) descrita por el siguiente modelo de regresión simple:

$$L_t = (0.79) L_f + (1.97)$$

Donde L_t : longitud total estimada para ambos sexos

L_f : longitud furcal

0.79 : es el valor de la pendiente

1.97: es el valor de la ordenada al origen



Se tiene que las relaciones más confiables para los machos fueron la longitud total/longitud precaudal (fig.24) con una $r^2 = 0.9803$, descrita por el siguiente modelo de regresión lineal simple:

$$L_t = (0.78) L_p + (-2.35)$$

Donde L_t : longitud total estimada para el macho

L_p : longitud precaudal

0.78 es el valor de la pendiente

-2.35 es el valor de la ordenada al origen

así mismo la relación longitud total/longitud furcal (fig.23) presentó un grado de asociación similar a la relación anterior en el caso de los machos con una $r^2 = 0.9620$, esta relación está descrita por el siguiente modelo de regresión:

$$L_t = (0.75) L_f + (4.57)$$

Donde L_t : longitud total estimada para el macho

L_f : longitud furcal

0.75 es el valor de la pendiente

4.57 es el valor de ordenada al origen

En el caso de las hembras la asociación similar que mejor describe esta relación es la longitud total/longitud precaudal (Fig. 24) con una $r^2 = 0.9814$ descrita por el siguiente modelo de regresión simple:

$$L_t = (0.78) L_p + (-3.22)$$

Donde L_t : longitud total estimada para la hembra.

L_p : longitud precaudal

0.78 es el valor de la pendiente

-3.22 es el valor de ordenada al origen

En cuanto a la relación que describe la longitud total/longitud furcal (Fig. 23) también resultó similar a lo anterior teniendo una $r^2 = 0.9780$ descrita por el siguiente modelo de regresión simple:

$$L_t = (0.80) L_f + (1.94)$$



Donde Lt: longitud total estimada para la hembra

Lp: longitud furcal

1.94 es el valor de la pendiente

0.80 es el valor de la ordenada al origen

Relación Longitud-peso

En los tiburones como en otros organismos, el incremento en peso no es lineal (proporcional) sino conforme aumenta la talla (Branstetter, 1990). El aumentar en peso más rápido que en tamaño les permite escapar de los depredadores. La mayoría de los tiburones nacen completamente desarrollados para poder sobrevivir en el ambiente pero mientras conservan una talla pequeña siguen siendo presa fácil de otros tiburones y de otros depredadores, por lo que el incremento rápido de su peso es una ventaja adaptativa.

La relación peso-longitud en los tiburones es de tipo exponencial, es decir, en sus primeras etapas de vida el peso se adquiere más rápido que la talla y disminuye conforme el individuo se hace más viejo.

El crecimiento del cazón pech *S. tiburo* recién nacido en cautiverio demostró que el macho difiere de la hembra en la curva de crecimiento después de 1 año pero son pequeñas las diferencias, y es hasta después de los 2 años cuando es significativo estadísticamente. En poblaciones el crecimiento de la hembra tiene tallas más grandes que los machos y aparentemente más longevas (Parson, 1993).

En el presente trabajo por problemas logísticos (los muestreadores no contaban con balanzas propias) no se obtuvieron los pesos enteros de los animales, pero por trabajos reportados por otros autores que fueron realizados en la Sonda de Campeche, incluyendo Yucatán (Bonfil, 1990 y Uribe, 1993) se conoce que el crecimiento en esta especie es alométrico (diferente de 3).

$$PT = 6.9532 \times 10^{-7} LT^{3.3718} \quad (\text{Bonfil, 1990})$$

PT = peso total

6.9532×10^{-7} es la ordenada al origen

LT = longitud total

3.3718 es el coeficiente de alometría (b)

n=427

r = 0.961



$$PT = 9.4112 \times 10^{-7} LT^{3.35} \quad (\text{Uribe, 1993})$$

PT = peso total

9.4112×10^{-7} es la ordenada al origen

LT = longitud total

3.35 es el coeficiente de (b)

n = 85

r = .9846

La pequeña diferencia encontrada en la comparación de las relaciones peso-longitud calculadas por Bonfil (1990) y Uribe (1993) es quizás debido en parte al pequeño tamaño de muestra que empleó Uribe, sin embargo el coeficiente de alometría calculado por ambos autores es muy similar, lo que demuestra que esta especie presenta un crecimiento alométrico, similar al de otras especies de tiburones.

Para el cálculo de estas relaciones en los tiburones se debe tomar en cuenta que tipo de datos se emplean como la presencia de hembras grávidas, adultos y juveniles en los muestreos de longitud-peso. En general los organismos crecen alométricamente después de que en las primeras etapas de vida presentan un crecimiento isométrico. Por lo general el crecimiento isométrico es cuando la pendiente es igual o muy cercana a 3 y se da en las primeras etapas de vida de los individuos cuando crecen en tamaño y peso proporcionalmente.

8.4 La determinación de la edad y crecimiento en los tiburones

En general existen 3 métodos básicos para calcular la edad de los tiburones (Tovar, 1995):

- 1) Análisis de anillos de crecimiento en las vértebras (método directo).
- 2) Análisis de datos de marcaje y recaptura (método directo)
- 3) Análisis de los grupos de tallas representantes de una población (método indirecto)

El tercer método utiliza las medidas de longitud de una gran cantidad de individuos, para detectar los grupos (clases o modas) de tallas y edades diferentes que integran una población. Estas clases de edades están representadas por los picos (grupos modales) de un histograma de frecuencias.

El rápido crecimiento de los organismos neonatos en los primeros meses de desarrollo permite la separación de grupos de organismos de la misma edad (cohorte), sin embargo, debido a que el crecimiento de los tiburones disminuye considerablemente al alcanzar cierta edad, individuos de una misma edad pueden presentar longitudes cercanas o iguales, esto se observa en la dispersión de datos entre los organismos de tallas mayores, no pudiendo ser diferenciadas con claridad las clases de edades mayores, constituyendo esto una limitante seria para los métodos basados en longitudes para la



asignación de edad.(Tovar,1995).

El mayor rango de crecimiento se produce en las primeras etapas de desarrollo, disminuyendo al llegar a la madurez sexual y siendo casi mínimo después de alcanzarla (Gruber,1990). En 1958 Robert McArthur explicó este tipo de ontogenia (medio siglo después de que Lotka y antes Malthus describieran la forma más sencilla del crecimiento de una población: la curva logística) llamándola selección o estrategia de tipo "K", que se atribuye a especies que viven en condiciones ambientales estables (contrario a las selección "r" de condiciones inestables y ciclos de vida cortos) y desarrollo de ciertas estrategias en su forma de vida, reproducción que les aseguren el éxito reproductivo y perpetuación de la especie, este tipo de estrategias es típica de los mamíferos, en el caso de los tiburones esta condición los asemeja más a este grupo que a los peces mismos. Las estrategias de vida de los tiburones son una herramienta ecológica valiosa para poder conocer su situación poblacional.

8.5 Edad y crecimiento

En relación al conocimiento de la edad y crecimiento de *S. tiburo* que habita en aguas de la Sonda de Campeche, en el presente estudio no se pudo llevar a cabo un análisis sobre su determinación debido a que este no fue el objetivo principal del presente estudio, ya que implicaba la colecta de más de 100 muestras de vértebras de esta especie y su consecuente proceso de tinción y lectura de los anillos de crecimiento vertebrales, que es el método directo más comúnmente empleado en estos estudios (Cailliet, 1990). Sin embargo dada la importancia de la determinación de la edad y crecimiento en las evaluaciones pesqueras de los recursos marinos, se proporciona los principales resultados del trabajo realizado por Parsons (1993) sobre la determinación de la edad y crecimiento de dos poblaciones de *S. tiburo* que habitan en las aguas de Florida, E.U. Parsons empleó para la determinación de la edad y crecimiento de esta especie vértebras provenientes de tres grupos diferentes de individuos que fueron colectadas durante el período comprendido entre julio de 1982 a diciembre de 1986 en la Bahía de Tampa y en la de Florida : (1) un grupo de tiburones de vida libre, (2) un grupo de tiburones marcados mantenidos en cautiverio y (3) de un grupo de tiburones marcados que fueron liberados al mar. Los organismos que fueron marcados tanto los mantenidos en semi-cautiverio y los liberados al mar fueron inyectados con el antibiótico llamado tetraciclina. Esta sustancia funciona como un marcador bioluminiscente que se fija a las sales de calcio del último anillo de crecimiento que se ha formado, esto con el fin de conocer cuantas marcas o anillos se forman después de la fijación de este antibiótico. Las vértebras que se emplearon para este estudio fueron las precaudales de la 25 a la 40 debido a que eran las más grandes. Los organismos mantenidos en cautiverio proporcionaron la oportunidad de la validación de la edad. Alrededor de 20 tiburones fueron mantenidos en cautiverio y fueron alimentados con calamares, camarones y peces. Las dosis de tetraciclina variaron de 12.5 a 100 mg/kg. y fueron administradas intramuscular y peritonealmente. Las secciones de la columna vertebral fueron colectadas y procesadas a diferentes intervalos de tiempo. Las vértebras provinieron de 143 tiburones colectados en Tampa y 96 de la Bahía de Florida.



Una técnica de regresión no lineal fue empleada para estimar los parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy. La máxima longitud teórica (L_{inf}) calculada para hembras fue significativamente mayor que la de los machos en ambas poblaciones. Aunque no fueron significativamente diferentes las curvas, la L_{inf} de los tiburones de Tampa fue mayor a la de los de la Bahía de Florida. El análisis de varianza reveló que la ecuación de von Bertalanffy fue la mejor curva de crecimiento que describió estadísticamente los datos de crecimiento de esta especie. A continuación se presentan las ecuaciones de crecimiento que se elaboraron por sexos separados:

Bahía de Tampa

Machos	Hembras
$L = 88.8 (1 - e^{-0.58 [R - (-0.77)]})$	$L = 115.0 (1 - e^{-0.34 [R - (-1.1)]})$
N= 48	N= 96
r = 0.84	r = 0.94

Bahía de Florida

Machos	Hembras
$L = 81.5 (1 - e^{-0.53 [R - (-0.64)]})$	$L = 103.3 (1 - e^{-0.37 [R - (-0.60)]})$
N= 44	N= 45
r = 0.90	r = 0.85

El crecimiento de los machos y de las hembras de Tampa fue similar en el primer año de vida (Fig. 20. 2a Y 2b). Aproximadamente al segundo año de vida las curvas comienzan a divergir. Los machos a partir de los dos años presentaron un lento crecimiento después de los 3 y 4 años (aprox. 85 cm de LT), mientras que las hembras continúan su incremento en longitud. En Tampa para los machos se calculó la longitud máxima teórica en 88.8 cm, que se estimó en 8.8 años de vida. En las hembras la L_{inf} fue de 115 cm LT (aprox. A los 12 años de edad). Sobre las edades observadas en esta población los machos crecen a una tasa estimada de alrededor de 10 cm por año, y las hembras de 11 cm por año. Para la población de la Bahía de Florida los machos alcanzaron la L_{inf} a los 82 cm (aprox. 8 años) (Fig. 20. 2c), aunque el crecimiento fue dramáticamente más lento después de los dos años. Las hembras alcanzaron su L_{in} en los 103 cm de LT (12 años de vida aproximadamente). Los machos tuvieron una tasa de crecimiento de alrededor de 11 cm al año mientras que las hembras de 10.5 cm. L_{in} . Utilizando las tallas de madurez sexual reportadas por este mismo autor en 1987 fue posible determinar la edad de madurez sexual para esta especie. En Tampa las hembras maduraron a los 2.2 años, mientras que los machos a los 2. En Florida las hembras maduraron a los 2.3 años y los machos a los 2 años.

8.6 Aspectos reproductivos

Las estrategias reproductivas en los tiburones son de 2 tipos:

- 1) Oviparidad (el desarrollo del embrión se lleva a cabo dentro de un huevo o cápsula depositado en el medio externo, y su alimentación proviene del vitelo almacenado en dicho huevo).



2) Viviparidad (el embrión es retenido dentro del sistema reproductivo materno durante un periodo significativo de tiempo, durante el cual estos se desarrollan hasta alcanzar un estado avanzado de desarrollo para luego ser liberados (Wourms, 1981).

Los tiburones placentarios (como es el caso de *Sphyrna tiburo*) pasa por todas las formas de desarrollo en su periodo embrionario (de la oviparidad a la viviparidad); transcurrida la fecundación la cual es interna en todos los tiburones, el embrión se desarrolla atado al saco vitelino por el cordón vitelino por el cual pasan los nutrientes, cuando se acaba en el saco vitelino la reserva de nutrientes, el útero materno produce una sustancia denominada "leche uterina" rica en proteínas que es absorbida por el embrión; posteriormente el saco vitelino se transforma en una compleja placenta con interdigitaciones hacia la pared uterina de la madre (Pratt y Castro *op. cit.*) y el cordón vitelino es ahora llamado cordón umbilical comunicado directamente a la cría con la madre, permitiendo el paso de los nutrientes y oxígeno de la madre al embrión y los desechos en sentido contrario al igual que en una placenta de mamífero (Hamlett, 1991, Pratt y Castro *op. cit.*) sin embargo, aunque la función es la misma el desarrollo de la placenta en los mamíferos proviene de un tejido embrionario y materno completamente diferente.

Una vez terminado el proceso de gestación las crías nacen una a una, el cordón umbilical es roto en el momento del nacimiento formándose así una cicatriz en el vientre a la altura de las aletas pectorales del recién nacido, tomándose como evidencia de que tiene poco tiempo de nacido (menos de 3 semanas) denominándoles "neonatos".

Los tiburones placentarios comparten ciertas características generales (Gruber, 1991; Hamlett, *op.cit.*) como son:

- 1) Un largo periodo de gestación
- 2) Producción de un reducido número de crías
- 3) Incremento en la protección del embrión al tener un periodo de gestación mayor.
- 4) Mayor posibilidad de sobrevivir al alcanzar un mayor desarrollo o tamaño antes de nacer.
- 5) Crecimiento lento y una tardía madurez sexual.

Algo importante que ha ayudado a la sobrevivencia de los tiburones a lo largo de su historia evolutiva ha sido el drástico cambio de su estrategia reproductiva, sacrificando la producción de un número elevado de crías por la producción de un número limitado de las mismas pero bien desarrolladas al nacer para la supervivencia exitosa en un medio ambiente hostil. Por lo general estas crías vivíparas poseen un tamaño entre los 300 y los 450 mm de LT (Branstetter, 1990).

Sphyrna tiburo pertenece al orden Carcharhiniformes (en su mayoría vivíparas placentarios) y a la familia Sphyrnidae (todos placentarios), su periodo de gestación es corto de 4-5 meses (Manire, 1996); se ha reportado hasta 13 el número de crías



producidas por periodo reproductivo para esta especie. Las crías de esta especie nacen midiendo de 320 a 400 mm de LT (Castro 1983; Compagno, 1984; Manire, 1996). Los adultos alcanzan a medir hasta 1500 mm de LT (Compagno, 1984).

8.7 Talla de madurez sexual

Dado que no fue posible examinar histológicamente el desarrollo gonadal en las hembras para determinar la talla de madurez sexual se utilizó el criterio de Gubanov (1978) que consiste en considerar a la hembra preñada más pequeña en talla del muestreo como la talla de madurez sexual. La hembra preñada más pequeña en talla de *S. tiburo* fue de 91.2 cm de LT de un total de 28 hembras grávidas que se registraron durante el estudio en Campeche (Tabla 4). Esta talla correspondió a una edad relativa de 3.5 años utilizando los parámetros de la ecuación de crecimiento de Von Bertalanfy estimada por Parsons (1993) para esta misma especie en el norte del Golfo de México. Según Manire (1995) las hembras se aparean durante los meses de abril y mayo en los E.U.

En el presente estudio el crecimiento de los claspers en función de la longitud total de los machos, reveló que estos maduran entre los 65 y 70 cm de LT, ésta se estimó gráficamente la longitud de los claspers (myxopterigios) contra la LT de los organismos. El crecimiento de los claspers con respecto a la talla total de los machos por lo general produce una curva sigmoideal que se observa claramente (Fig. 13), donde el segundo punto de inflexión indica la talla a la cual se alcanza la madurez sexual.

Algunos autores proporcionan un amplio rango en la talla de madurez sexual para *S. tiburo*, Castro (1983) menciona la talla de 75cm de LT para ambos sexos, Compagno (1984) por su parte cita que los machos maduran entre los 52 y 75 cm, y las hembras maduran a los 84 cm de LT y algunas hasta los 130 cm de LT. Se cree que los machos alcanzan primero la madurez sexual, que las hembras (Castro, 1983). En el caso de las hembras grávidas se encontró que es de aproximadamente 3.5 años (Parson, 1993; Marquez *et al.*, 1997), siendo esta una de las especies de tiburones de importancia comercial que alcanzan más rápidamente su talla de madurez sexual.

8.8 Proporción de hembras grávidas en las capturas comerciales.

En el Golfo de México se registró la captura de 121 hembras grávidas, de 2,812 cazones examinados, lo que representó el 4.30%. De estas hembras preñadas Campeche aportó 101, de un total de 1,006 hembras registradas en el presente estudio, lo que representó un porcentaje de 10.03%. El mes de agosto de 1994 fue en el que se registró el mayor número de hembras grávidas observadas en Campeche, con 66 (Fig. 14), mes en el que *Sphyrna tiburo* por lo general da a luz a sus crías en el Golfo de México (Manire, 1996 y Márquez *et al.* 1998). Se observaron pocas hembras grávidas en julio y septiembre aunque también se registraron algunas en febrero, abril, mayo y octubre. Es importante señalar que el número de hembras preñadas observadas en este trabajo en toda la región costera del Golfo no representa el número real de hembras preñadas que se capturaron en 1994, porque muchas de estas fueron evisceradas en el mar, por lo que ya al ser desembarcadas ya no era posible determinar su estado de madurez. La falta de registros de hembras con embriones en los diferentes meses del año de 1994 no permitió



determinar la tasa de crecimiento embrionario.

El rango de tallas de las hembras grávidas fue de 84.3–116 cm de LT con un promedio de 99.15 ± 0.76 cm LT.

En el presente estudio en Campeche se observaron individuos de *S. tiburo* en todos sus estadios de crecimiento, neonatos, juveniles, y adultos, incluyendo hembras grávidas lo que sugiere que esta especie lleva a cabo todo su ciclo de vida en la Sonda de Campeche. Dadas las características de la plataforma de la Sonda de Campeche, extensa y de poca profundidad, sus individuos son capturados por las redes poco selectivas de los pescadores artesanales de la región.

8.9 Fecundidad relativa

La mayoría de los tiburones se caracterizan por su bajo potencial reproductivo (baja fecundidad), es decir, producen un bajo número de crías con tallas significativamente grandes que les asegura su autosuficiencia al nacer.

De las 101 hembras grávidas observadas solamente se obtuvo un registro completo de embriones en sólo 9 de ellas. Esto se debió a que la dinámica del desembarco y destazado de las capturas es sumamente rápido por parte de los pescadores de Campeche, lo cual impidió tomar datos completos como número y talla de los embriones en la mayoría de las hembras que los presentaban. En total se examinaron 79 embriones. El rango de número de embriones fue de uno por hembra hasta un máximo de 19 embriones. El promedio aritmético de embriones por hembra fue de 7.9 ± 1.90 . En relación al número de embriones por hembra Radcliffe (1916) reportó; Bigelow y Schroeder (1948) mencionan un rango de 6 a 9; Gunter en 1945 registró entre 4 y 8; en 1958, Hoese y Moore encontraron hembras con 11 y 14 crías y Parsons (1993) menciona haber encontrado hembras hasta con 21 crías; por su parte Castro (1983) cita un número de 8 crías por hembra y Compagno (1984) proporciona un rango de crías de 4 a 16. Es importante señalar que el número de crías que se observó en el campo pudo no reflejar la fecundidad real de las hembras, ya que muchas de ellas al ser capturadas y muertas abortan a cierto número de crías.

Por lo que se refiere a las tallas de los embriones, se observó un rango de 151.6–315 mm de LT con un promedio de 232 ± 0.75 mm LT.

El individuo de vida libre más pequeño capturado fue de 30.8 cm LT, que fue una hembra que se capturó en el mes de noviembre de 1994 la cual probablemente haya nacido en agosto. El embrión más grande registrado durante el presente estudio midió 315 mm LT que se observó en una hembra que medía 102.7 cm LT la cual fue capturada el 16 de agosto de 1994. En agosto de 1994 se observaron el mayor número de hembras grávidas cuyas crías mostraban una talla promedio de 250 mm de LT en las capturas artesanales de Campeche y Tabasco (Rodríguez de la Cruz *et al* 1996). Estas observaciones sugieren que los nacimientos de *S. tiburo* se producen durante el mes de agosto, lo que coincide con las observaciones de Parsons (1993) y Manire (1995).



La talla mínima reportada al nacer es de 30 - 32 cm LT (Castro, 1983), 35 - 40 cm LT (Compagno, 1984) Manire (1996) reporta 30 -35 cm LT lo cual coincide con lo encontrado en el presente trabajo.

El análisis del número de embriones por hembra para *S. tiburo* no indicó ninguna relación proporcional significativa entre estas dos variables (Fig.15), pero esto es fundamentalmente debido al bajo número de muestras utilizadas, que en este caso solamente fueron nueve hembras por las razones arriba descritas. Márquez *et al* 1998 empleando los datos de 28 hembras de la misma región encontraron una relación significativa del punto de vista estadístico.

Por lo que se refiere al análisis de la relación entre la talla promedio de los embriones por hembra tampoco se pudo observar una relación proporcional (Fig.16), probablemente debido al bajo número de muestra.

Al igual que la reducción de la talla mínima de madurez sexual, se cree que el número de embriones puede incrementarse por la disminución de la población o la presión de pesca (estrategia de sobrevivencia) aunque esto no ha sido comprobado (Tovar, 1995).

En cuanto a la proporción de sexos intrauterina se observó que fue de 0.6: 1 (hembra:macho), sin embargo Márquez *et al* (1998) observó una proporción de sexos en los embriones de 1:1 para esta misma especie, lo que coincide por lo reportado por otros autores.

8.10 Período de gestación y crecimiento embrionario

Las hembras con embriones se observaron en agosto de 1994 y algunos en junio, julio y septiembre del mismo año. Los pocos datos registrados sobre los embriones no permitieron definir claramente el periodo de gestación de esta especie y su crecimiento embrionario, sin embargo es muy factible que estos sean semejantes a los observados por Parsons (1993) y Manire (1995) en el norte del Golfo de México que estiman el período de gestación de *Sphyrna tiburo* de 4 a 5 meses. Según Manire el apareamiento se lleva a cabo en Noviembre en las costas de Florida, E.U., el esperma se almacena hasta la ovulación/fertilización que ocurre en el periodo marzo-abril, y el nacimiento se presenta en el mes de agosto.

El comportamiento tan disímil de esta especie a lo largo de su área de distribución, pudiera ser indicio de la existencia de subpoblaciones, tal como lo menciona Parsons (1993), al establecer, en base a sus parámetros reproductivos, dos poblaciones, una localizada en la Bahía de Tampa y la otra en la de la Florida. De la primera menciona que los machos alcanzan su madurez entre 68 y 70 cm de LT y las hembras entre 85 y 90 cm LT, y su fertilización parece ocurrir entre fines de abril y principios de mayo, con una duración en su periodo de gestación de 4.5 meses. Por otro lado en la población observada en la Bahía de Florida los machos maduran una vez alcanzados los 80 cm de LT y las hembras entre 83 y 85 cm; la fertilización ocurre entre finales de marzo y principios de abril y su periodo de gestación se estima en cinco meses.



Debido a la poca información registrada sobre los aspectos reproductivos por las situaciones arriba descritas no fue posible definir su ciclo reproductivo por completo en aguas de la Sonda de Campeche.

IX. Areas de crianza

Las áreas de crianza son aquellas regiones discretas desde el punto de vista geográfico en donde las hembras grávidas liberan a sus crías y por lo general los neonatos y juveniles permanecen sus primeras semanas, meses o años de vida, estas áreas comúnmente se ubican en las áreas costeras, poco profundas, de alta productividad energética y con una ausencia importante de depredadores naturales. (Castro, 1993b).

Según este autor existen 2 tipos de áreas de crianza:

- 1) Protegidas: zonas como lagunas costeras, bahías y estuarios en donde no hay tiburones adultos presentes de ninguna especie u otro tipo de depredadores naturales de los neonatos). Las áreas protegidas representan la ventaja de alimento, poca mortalidad por depredación ,pero su crecimiento y talla de madurez sexual es más lenta que en las no protegidas,tal vez debido a la presión de los depredadores (Branstetter,1991).
- 2) Desprotegidas: zonas abiertas en alta mar o cerca de la costa en donde no hay ningún tipo de protección contra depredadores.

Cuando los tiburones nacen estos no reciben cuidados parentales, por lo que en sus primeros estadios de desarrollo son vulnerables al ataque de otros tibuones de mayor talla u otros depredadores como pueden ser meros, cabrillas o barracudas de talla grande.

Según Branstetter (1991) dependiendo del tiempo de residencia de los neonatos, las áreas de crianza de se pueden clasificar en:

- 1) Primarias: Aquellas en donde los recién nacidos o neonatos permanecen de uno a tres meses antes de abandonarlas. Se caracterizan porque en dichas el crecimiento de los individuos es rápido.
- 2) Secundarias: Aquellas en donde los neonatos permanecen un mayor tiempo a fin de alcanzar la talla y el peso necesario para poder incursionar en zonas más profundas con una mayor intensidad de competencia.

Las hembras grávidas de *S. tiburo* con embriones fueron capturadas muy cerca de la costa, lo cual sugiere que posiblemente entren en aguas poco profundas con abundante alimento y pocos depredadores, para dar a luz a sus crías, las cuales permanecen un periodo prolongado de tiempo.

El cazón pech es una especie que emplea áreas de crianza no protegidas (al menos en Campeche las evidencias así lo indican) del tipo secundario (la permanencia es mayor a 3 meses)presentando un crecimiento relativamente rápido si se considera que solo alcanza como talla máxima los 150 cm de LT. La captura de recién nacidos (neonatos) y



Debido a la poca información registrada sobre los aspectos reproductivos por las situaciones arriba descritas no fue posible definir su ciclo reproductivo por completo en aguas de la Sonda de Campeche.

IX. Areas de crianza

Las áreas de crianza son aquellas regiones discretas desde el punto de vista geográfico en donde las hembras grávidas liberan a sus crías y por lo general los neonatos y juveniles permanecen sus primeras semanas, meses o años de vida, estas áreas comúnmente se ubican en las áreas costeras, poco profundas, de alta productividad energética y con una ausencia importante de depredadores naturales. (Castro, 1993b).

Según este autor existen 2 tipos de áreas de crianza:

- 1) Protegidas: zonas como lagunas costeras, bahías y estuarios en donde no hay tiburones adultos presentes de ninguna especie u otro tipo de depredadores naturales de los neonatos). Las áreas protegidas representan la ventaja de alimento, poca mortalidad por depredación ,pero su crecimiento y talla de madurez sexual es más lenta que en las no protegidas,tal vez debido a la presión de los depredadores (Branstetter,1991).
- 2) Desprotegidas: zonas abiertas en alta mar o cerca de la costa en donde no hay ningún tipo de protección contra depredadores.

Cuando los tiburones nacen estos no reciben cuidados parentales, por lo que en sus primeros estadios de desarrollo son vulnerables al ataque de otros tibuones de mayor talla u otros depredadores como pueden ser meros, cabrillas o barracudas de talla grande.

Según Branstetter (1991) dependiendo del tiempo de residencia de los neonatos, las áreas de crianza de se pueden clasificar en:

- 1) Primarias: Aquellas en donde los recién nacidos o neonatos permanecen de uno a tres meses antes de abandonarlas. Se caracterizan porque en dichas el crecimiento de los individuos es rápido.
- 2) Secundarias: Aquellas en donde los neonatos permanecen un mayor tiempo a fin de alcanzar la talla y el peso necesario para poder incursionar en zonas más profundas con una mayor intensidad de competencia.

Las hembras grávidas de *S. tiburo* con embriones fueron capturadas muy cerca de la costa, lo cual sugiere que posiblemente entren en aguas poco profundas con abundante alimento y pocos depredadores, para dar a luz a sus crías, las cuales permanecen un periodo prolongado de tiempo.

El cazón pech es una especie que emplea áreas de crianza no protegidas (al menos en Campeche las evidencias así lo indican) del tipo secundario (la permanencia es mayor a 3 meses)presentando un crecimiento relativamente rápido si se considera que solo alcanza como talla máxima los 150 cm de LT. La captura de recién nacidos (neonatos) y



de hembras grávidas es perjudicial para la pesca artesanal, ya que impide el reclutamiento de estos individuos a las poblaciones adultas y se rompe el equilibrio poblacional de las especies, lo cual a los pocos años puede ocasionar un colapso de las pesquerías de esta especie.

X. Migración

Algunos animales llevan a cabo migraciones con diferentes propósitos como pueden ser la reproducción, alimentación, búsqueda de mejores lugares para vivir, y los tiburones no son la excepción, este grupo de vertebrados acuáticos realizan migraciones periódicas tanto horizontales como verticales, determinadas probablemente por varios factores entre los que se encuentran variaciones en la disposición de alimento, completar su ciclo reproductivo o por cambios en los factores medio-ambientales que afectan su metabolismo, induciéndolos a viajar a zonas de tolerancia. Algunas de estas migraciones son movimientos diarios que cubren pequeñas distancias, sin embargo otras especies realizan extensos movimientos estacionales, cubriendo grandes distancias que incluyen movimientos transatlánticos de extensión y duración indeterminada (Castro, 1983).

El alimento es uno de los factores más importantes que determinan las rutas migratorias de las especies que se desplazan siguiendo los cardúmenes de peces o calamares. Otro tipo de migración es el de movimientos verticales como el caso del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Klimley *et al.* 1993) en las aguas del sur del Golfo de California. Otras especies pueden pasar en alta mar las horas del día y acercarse a la costa durante la noche en busca de alimento.

De las migraciones de larga duración y gran extensión, se sabe que pueden obedecer a diferentes razones, pudiendo estar relacionadas con su ciclo reproductivo, ya que algunas especies tienen ciertas áreas de apareamiento (Castro, 1983). También se sabe que los tiburones se segregan por tallas y sexos en grandes grupos o "escuelas" (Springer, 1967). El efecto de la temperatura es de gran importancia para numerosas especies de tiburones ya que afecta no solo la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, sino también la densidad y otros factores físicos y químicos, que influyen directamente en el metabolismo del organismo, los tiburones al ser en su mayoría organismos ectotérmicos, (con excepción de los tiburones lamnidos de metabolismo alto que controlan su temperatura, Stillwell, 1993) su temperatura corporal se regula en base a la temperatura del agua que los rodea, estando obligados a vivir en un rango de temperaturas preferenciales que les permita mantener su metabolismo en niveles óptimos en base a sus adaptaciones al medio (anatómicas, conductuales, etc), es por ello que los cambios estacionales de temperaturas de los océanos inducen a muchas especies a migrar con el objeto de permanecer en sus límites preferidos o de tolerancia.

Sphyrna tiburo que es una especie pequeña de carcarínido parece que no realiza extensos movimientos migratorios dentro del Golfo de México como las que realizan otras especies como el tiburón puntas negras, *Carcharhinus limbatus* en los meses de invierno (Tovar, 1995).

Existen pocos estudios sobre los patrones migratorios de *S. tiburo* en el Golfo de México y en el resto de su distribución geográfica. Hueter (1994) llevo a cabo un



de hembras grávidas es perjudicial para la pesca artesanal, ya que impide el reclutamiento de estos individuos a las poblaciones adultas y se rompe el equilibrio poblacional de las especies, lo cual a los pocos años puede ocasionar un colapso de las pesquerías de esta especie.

X. Migración

Algunos animales llevan a cabo migraciones con diferentes propósitos como pueden ser la reproducción, alimentación, búsqueda de mejores lugares para vivir, y los tiburones no son la excepción, este grupo de vertebrados acuáticos realizan migraciones periódicas tanto horizontales como verticales, determinadas probablemente por varios factores entre los que se encuentran variaciones en la disposición de alimento, completar su ciclo reproductivo o por cambios en los factores medio-ambientales que afectan su metabolismo, induciéndolos a viajar a zonas de tolerancia. Algunas de estas migraciones son movimientos diarios que cubren pequeñas distancias, sin embargo otras especies realizan extensos movimientos estacionales, cubriendo grandes distancias que incluyen movimientos transatlánticos de extensión y duración indeterminada (Castro, 1983).

El alimento es uno de los factores más importantes que determinan las rutas migratorias de las especies que se desplazan siguiendo los cardúmenes de peces o calamares. Otro tipo de migración es el de movimientos verticales como el caso del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Klimley *et al.* 1993) en las aguas del sur del Golfo de California. Otras especies pueden pasar en alta mar las horas del día y acercarse a la costa durante la noche en busca de alimento.

De las migraciones de larga duración y gran extensión, se sabe que pueden obedecer a diferentes razones, pudiendo estar relacionadas con su ciclo reproductivo, ya que algunas especies tienen ciertas áreas de apareamiento (Castro, 1983). También se sabe que los tiburones se segregan por tallas y sexos en grandes grupos o “escuelas” (Springer, 1967). El efecto de la temperatura es de gran importancia para numerosas especies de tiburones ya que afecta no solo la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, sino también la densidad y otros factores físicos y químicos, que influyen directamente en el metabolismo del organismo, los tiburones al ser en su mayoría organismos ectotérmicos, (con excepción de los tiburones lamnidos de metabolismo alto que controlan su temperatura, Stillwell, 1993) su temperatura corporal se regula en base a la temperatura del agua que los rodea, estando obligados a vivir en un rango de temperaturas preferenciales que les permita mantener su metabolismo en niveles óptimos en base a sus adaptaciones al medio (anatómicas, conductuales, etc), es por ello que los cambios estacionales de temperaturas de los océanos inducen a muchas especies a migrar con el objeto de permanecer en sus límites preferidos o de tolerancia.

Sphyrna tiburo que es una especie pequeña de carcarínido parece que no realiza extensos movimientos migratorios dentro del Golfo de México como las que realizan otras especies como el tiburón puntas negras, *Carcharhinus limbatus* en los meses de invierno (Tovar, 1995).

Existen pocos estudios sobre los patrones migratorios de *S. tiburo* en el Golfo de México y en el resto de su distribución geográfica. Hueter (1994) llevo a cabo un



estudio sobre las áreas de crianza de tiburones en la Península de Florida

El cazón pech por las observaciones realizadas sobre su estacionalidad en las aguas de la Sonda de Campeche durante 1994 parece que su ciclo de vida se lleva a cabo por completo en dicha zona, empleando como evidencia indirecta la presencia de individuos en diferentes estadios de desarrollo, que incluyen recién nacidos, juveniles y adultos.

Pocos estudios sobre áreas de crianza en tiburones se han realizado internacionalmente. Recientemente Hueter y colaboradores en 1994 llevaron a cabo un estudio sobre la abundancia relativa y patrones migratorios de los tiburones juveniles que habitan en dos estuarios de la costa suroeste del Golfo de Florida de los E.U.: la Bahía de Tampa y la Sonda que forman el Puerto de Charlotte y la Isla Pine (Fig.17). Para realizar este estudio se llevaron a cabo dos tipos de prospecciones en las cuales los tiburones capturados con diversos equipos de pesca (redes y palangres) fueron marcados y liberados con vida: una dependiente de la pesquería comercial de la región (empleándose individuos capturados por pescadores comerciales) y otro independiente, es decir, que los tiburones fueron capturados por los propios investigadores. El estudio en estas zonas se llevó a cabo durante el periodo comprendido entre Noviembre de 1991 y Octubre de 1993. Un total de 3,339 tiburones fueron capturados durante los dos años de estudio, de estos 1, 275 individuos de 13 especies fueron marcados y liberados, 17 tiburones fueron liberados sin marcas, y 570 se capturaron muertos. Las especies predominantes en número fueron el cazón pech, *Sphyrna tiburo*, el tiburón puntas negras, *Carcharhinus limbatus*, y el cazón cangüay, *Carcharhinus acronotus*. De todas las especies capturadas con excepción del *Mustelus norrisi* y del *Carcharhinus plumbeus* se colectaron neonatos y juveniles en dichas zonas. Los resultados anteriores indicaron que estos estuarios en Florida sirven como áreas de crianza para 11 especies, de las cuales se comprobó que 9 dan a luz dentro de estas zonas.

En ese mismo trabajo por lo que respecta al marcado de los tiburones juveniles, hasta el 7 de Diciembre de 1993, fueron recuperadas 52 marcas, lo que representó el 4.2% de todos los tiburones marcados. El periodo más largo de libertad para un tiburón marcado fue de 358 días y la mayor distancia que recorrió un tiburón fue de 105 millas náuticas. Los resultados del marcado indicaron al menos para las especies *S. tiburo* y *Carcharhinus leucas* (tiburón toro) presentaron movimientos de intercambio entre los dos estuarios. Se observó un patrón de residencia primavera/verano para la especie *C. acronotus*, pasando el invierno en alguna otra localidad y regresando nuevamente a las zonas costeras al siguiente período primavera/verano. Los resultados sobre *S. tiburo* indicaron que no se capturo ningún organismo neonato sin embargo se pescaron 535 individuos juveniles y 583 adultos (Fig.18). Las mayores capturas de juveniles de este pequeño cazón fueron obtenidas durante junio (180) y julio (80), mientras el mayor número de adultos se capturaron en mayo con 156 individuos. De las 32 recapturas de *S. tiburo* registradas hasta el 7 de Diciembre de 1993 se observó que esta especie presentó pocos movimientos extensos en las dos zonas de estudio sin embargo una hembra marcada el 5 de mayo de 1993 que medió 75 cm de LT recorrió cerca de las 100 millas náuticas en 83 días de libertad (Fig.19). La falta de capturas de organismos recién nacidos de *S. tiburo* pudo haber sido resultado de que estos individuos no fueron vulnerables a los equipos de pesca empleados o a que simplemente no se encontraban en las zonas de muestreo de dicho estudio.



XI. ASPECTOS PESQUEROS

Descripción de las Unidades de Pesca (Embarcaciones)

De las visitas de campo que se realizaron a los seis puertos pesqueros de Campeche se observó una gran variedad de embarcaciones que se dedicaban a la pesca de pequeños tiburones (cazones) y tiburones grandes. Se observaron embarcaciones menores y de mediana altura. En total en Campeche se registraron en total 344 embarcaciones. Cada mes durante el estudio se registró el número de lanchas que desembarcaban tiburones. El mes con el mayor número de lanchas examinadas fue de 146 en febrero de 1994 y el menor número registrado fue en noviembre de 1993 con 5. Este último valor se debe al sesgo de muestreo, ya que fue precisamente noviembre el primer mes de trabajo del estudio y todavía no se contaba con una amplia infraestructura de trabajo de campo, por lo que este valor tan bajo no representa el verdadero número de lanchas que operó en el Puerto de Campeche en dicho mes. Dada la variabilidad en las características físicas de las mismas, se decidió agrupar a estas en dos categorías principales: Embarcaciones Tipo A y Embarcaciones Tipo B (tabla 5):

Embarcaciones tipo A: aquellas cuyo rango de eslora (longitud de la embarcación) estuvo comprendido entre 7.50 y 9.72 m, con una manga (ancho mayor de la lancha) de 1 a 2.50 m, una capacidad de captura de 1 a 2 toneladas y autonomía (días de navegación y pesca) de 1 a 3 días, con motores fuera de borda, de diversa potencia. El material del casco de fibra de vidrio y algunas de madera. De estas embarcaciones se registraron 323.

Embarcaciones tipo B: aquellas que presentaron esloras superiores a los 10 m. principalmente con motores estacionarios con autonomía de 4 a 15 días, y el material de su casco de madera y metal. Estas embarcaciones que poseen características de "pesca de mediana altura". Durante el estudio se registraron 21 embarcaciones de mediana altura de un total de 38 barcos que se registraron en todo el Golfo de México, lo que representó el 86% del esfuerzo de pesca de mediana altura registrado en 1994.

Equipos de Pesca

Los equipos de pesca empleados para la pesca de cazones y tiburones en Campeche fueron redes y palangres, siendo las redes el más frecuentemente empleado ya que se lograron registrar un total de 362 redes de todo tipo, tiburonerías, cazoneras, liseras, robaleras, y sierreras de un total de 491 que se registraron para todo el Golfo de México, lo que representó el 73.7%. Por lo que respecta a los palangres y cimbras se registraron 70, de un total de 343 en toda la región del Golfo (20.4%). Las redes tiburonerías, como así las denominaron los propios usuarios, fueron observadas principalmente en Ciudad del Carmen, Champotón y Campeche. Sus características en términos generales son las siguientes: longitud del paño individual desde 72 hasta 400 metros, caída de 6 a 10 metros (generalmente para esta medida se emplea la medida de las mallas y su número se usan para obtener la caída en metros); abertura de malla de 30 a 45 cm, estirada; material de la línea principalmente de nylon y polietileno, el material del paño de seda sintética y poliamida. Por lo que respecta a las redes cazoneras, fue precisamente en el puerto de Campeche en donde se observó el mayor número de estas con las siguientes



características: longitud desde 90 hasta los 2,400 metros, aunque las más grandes resultaron de la unión de varios paños individuales, caída de 5 a 8.5 metros; rango de abertura de malla de 8-20 cm; material de la línea nylon, polietileno y polipropileno; material del paño, poliamida, nylon y seda sintética.

Viajes de Pesca

Como anteriormente se mencionó, la unidad de esfuerzo utilizada para este trabajo es el del "viaje de pesca". Así mismo por ser este el primer esfuerzo por estimar la CPUE en esta pesquería artesanal se decidió, con el objeto de simplificar el análisis, no separar los viajes por tipo de arte de pesca (redes o cimbras/palangres), lo cual se hará en un análisis posterior. La captura por unidad de esfuerzo utilizada en el presente estudio fue calculada de dos formas, la primera como el número de tiburones capturados mensualmente y dividido entre el número total de viajes realizados en cada mes tanto para las embarcaciones tipo A como para las B; la segunda como el número de tiburones capturados mensualmente y dividido entre el número total de lanchas registradas con captura en cada mes para ambos tipos de embarcaciones. Es importante señalar que sólo se emplearon para el cálculo del CPUE los viajes de pesca con captura de *S. tiburo*, y no se incluyeron en el análisis los viajes que no tuvieron éxito en la captura de esta especie. En este análisis pesquero sólo se incluye las capturas de cazones *S. tiburo* de las embarcaciones menores tipo A y se excluyeron las de tipo B, ya que la mayor parte de las capturas de este pequeño esfírido en Campeche provinieron de las operaciones de pesca de las embarcaciones menores.

Durante el periodo de estudio de Noviembre de 1993 a Diciembre de 1994 se registraron en Campeche 1,511 viajes de pesca obteniéndose un promedio de 107.92 ± 19.55 viajes al mes. El mayor número de viajes se registró en febrero de 1994 con 222, y el menor se observó en noviembre de 1993 con 5. De igual forma que se explicó sobre el menor número de lanchas registradas en el mismo mes, se explica esta bajo valor de viajes de pesca.

Estacionalidad de las capturas

Durante este estudio se registro la captura de 39,498 tiburones de 17 especies para los dos tipos de embarcaciones, A y B (Tabla 8). Se registró una captura de 29,807 en las embarcaciones tipo A, mientras que en las B fue 9,061, la diferencia de 630 tiburones se debe a que estos fueron muestreados en mercados de mariscos de los diferentes puertos de Campeche, donde no se pudo indagar sobre en que tipo de embarcación fueron capturados. El mayor número de tiburones muestreados fue de 4,892 individuos en junio de 1994, y el menor fue en noviembre de 1993 con 217. El promedio aritmético fue de $2,129.07 \pm 398.70$ tiburones.

En el periodo de estudio se registró la captura total en número de 9,225 cazones pech *S. tiburo* que se realizaron en embarcaciones menores tipo A. El mayor número de individuos observados fue en agosto de 1994 con 1,877, mientras que el menor fue de 90 en noviembre de 1993, con un promedio mensual de 658.92 ± 139.20 ejemplares. Se debe entender que estos valores numéricos no reflejan el número real de cazones que se pescaron en Campeche ya que fue prácticamente imposible examinar las capturas de



todas las embarcaciones menores que operaron en 1994 ya que muchos ejemplares fueron cortados y eviscerados arriba de las mismas antes de llegar a los puertos sin embargo estos muestreos si permiten conocer la magnitud e importancia de su pesca.

Captura por unidad de esfuerzo

Las CPUE se calcularon por número de viajes y por número de lanchas. Los mayores índices de la CPUE mensual de *S. tiburo* por lancha fue de 18.0, 14.78, 10.25, 13.25 y 20.33 tiburones durante los meses de noviembre de 1993 y los meses de agosto, septiembre, octubre y diciembre de 1994 respectivamente (Figura 21). Las CPUE más bajas por lancha se observaron en mayo de 1994 con 1.64 tiburones por lancha. Por lo que respecta a las CPUE por viaje de pesca mensual, los mayores rendimientos fueron 18.0, 22.89, 25.09 y 22.88 tiburones por viaje de pesca en los meses de noviembre de 1993, agosto, octubre y diciembre de 1994 (fig. 21). Lo anterior señala que los mayores rendimientos de capturas de *S. tiburo* se registraron durante el período agosto-diciembre de 1994, es decir durante otoño e invierno.

XII. IMPORTANCIA DE LA MIGRACION EN EL ANALISIS Y MANEJO PESQUERO

Muchos de los métodos usados para el análisis pesquero son insuficientes cuando se utiliza para especies migratorias (Sparre,1992), ya que asumen que se toman muestras representativas de la población, mientras que la migración crea un sesgo en los muestreos, necesitando cubrir el área en la cual se mueven los organismos para monitorear todas las tallas y sexos, situación casi imposible. (Tovar, 1995)

No tomar en cuenta que la especie es migratoria, puede provocar que estimaciones de crecimiento, mortalidad, etc. sean equivocadas, pudiendo incluso llegar a observarse crecimientos poblacionales negativos aparentemente y ser interpretados y utilizados erróneamente (Sparre, *op cit.*).

Uno de los principales objetivos de conocer las rutas migración es además de poder predecir en que momento y donde se pueden encontrar altas concentraciones de peces para una buena pesca, identificar el stock, para poder implementar normas de manejo pesquero adecuadas, especialmente si es compartido por varios países.

Caddy (1982, *En* :Sparre *op cit.*) clasifica a los recursos marinos en base a sus movimientos relativos a las Zonas Económicas Exclusivas de la siguiente manera:

- Stocks que se mantienen en una misma jurisdicción nacional.
- Recursos no migratorios que se encuentran sobre la frontera de dos o más zonas económicas y que están disponibles en cada una de ellas.
- Especies migratorias que se mueven a través de Zonas Económicas Exclusivas de dos o más países y que se encuentran disponibles en cada una de ellas de manera estacional.



todas las embarcaciones menores que operaron en 1994 ya que muchos ejemplares fueron cortados y eviscerados arriba de las mismas antes de llegar a los puertos sin embargo estos muestreos si permiten conocer la magnitud e importancia de su pesca.

Captura por unidad de esfuerzo

Las CPUE se calcularon por número de viajes y por número de lanchas. Los mayores índices de la CPUE mensual de *S. tiburo* por lancha fue de 18.0, 14.78, 10.25, 13.25 y 20.33 tiburones durante los meses de noviembre de 1993 y los meses de agosto, septiembre, octubre y diciembre de 1994 respectivamente (Figura 21). Las CPUE más bajas por lancha se observaron en mayo de 1994 con 1.64 tiburones por lancha. Por lo que respecta a las CPUE por viaje de pesca mensual, los mayores rendimientos fueron 18.0, 22.89, 25.09 y 22.88 tiburones por viaje de pesca en los meses de noviembre de 1993, agosto, octubre y diciembre de 1994 (fig. 21). Lo anterior señala que los mayores rendimientos de capturas de *S. tiburo* se registraron durante el período agosto-diciembre de 1994, es decir durante otoño e invierno.

XII. IMPORTANCIA DE LA MIGRACION EN EL ANALISIS Y MANEJO PESQUERO

Muchos de los métodos usados para el análisis pesquero son insuficientes cuando se utiliza para especies migratorias (Sparre, 1992), ya que asumen que se toman muestras representativas de la población, mientras que la migración crea un sesgo en los muestreos, necesitando cubrir el área en la cual se mueven los organismos para monitorear todas las tallas y sexos, situación casi imposible. (Tovar, 1995)

No tomar en cuenta que la especie es migratoria, puede provocar que estimaciones de crecimiento, mortalidad, etc. sean equivocadas, pudiendo incluso llegar a observarse crecimientos poblacionales negativos aparentemente y ser interpretados y utilizados erróneamente (Sparre, *op cit.*).

Uno de los principales objetivos de conocer las rutas migración es además de poder predecir en que momento y donde se pueden encontrar altas concentraciones de peces para una buena pesca, identificar el stock, para poder implementar normas de manejo pesquero adecuadas, especialmente si es compartido por varios países.

Caddy (1982, *En* :Sparre *op cit.*) clasifica a los recursos marinos en base a sus movimientos relativos a las Zonas Económicas Exclusivas de la siguiente manera:

- Stocks que se mantienen en una misma jurisdicción nacional.
- Recursos no migratorios que se encuentran sobre la frontera de dos o más zonas económicas y que están disponibles en cada una de ellas.
- Especies migratorias que se mueven a través de Zonas Económicas Exclusivas de dos o más países y que se encuentran disponibles en cada una de ellas de manera estacional.



- Grandes stocks marinos que ocasional y parcialmente estan disponibles junto a una Zona Económica Exclusiva.

- Grandes stoks marinos que solo se encuentran fuera de las Zonas Económicas Exclusivas.

De acuerdo al gobierno Estadounidense , en países como Canadá, Cuba , México y Venezuela, los tiburones estan siendo sobreexplotados (Shark Tagger Summary, 1989), habiedose comenzado a regular la pesquería de tiburón en la costa del Atlántico y Golfo de México en los Estados Unidos de América tan solo hace 2 años, mientras que en el Pacífico continua sin reglamentación. (Tovar, 1995)

XIII. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos se concluye:

1. Durante el periodo de Noviembre 1993 a Diciembre de 1994 se identificaron un total de 17 especies de tiburones en el estado de Campeche de las 33 especies encontradas en el Golfo de México siendo los más abundantes 1. *Rhizoprionodon terraenovae* 2. *Sphyrna tiburo* 3. *Carcharhinus limbatus* 4. *Carcharhinus acronotus* 5. *Sphyrna lewini* en este estudio.

2. El cazón cabeza de pala *Sphyrna tiburo* se caracteriza por habitar las aguas someras con fondos lodosos y arenosos. Desde Nueva Inglaterra, Estados Unidos incluyendo el Golfo de México hasta Brasil, y también reportado para las Bahamas y Cuba.

3. Dada la estacionalidad y magnitud de las capturas artesanales de *Sphyrna tiburo* en el Golfo de México, se observa que su distribución y abundancia se encuentra en el Sureste del Golfo de México, particularmente en los estados de Campeche y Tabasco.

4. La pesca de *Sphyrna tiburo* en las aguas de Campeche se realiza mediante embarcaciones de fibra de vidrio y madera de 7-10 mts de eslora, de 1-2.50 mts de manga y motor fuera de borda con autonomía 1-3 días.

Se emplea principalmente para su captura redes tiburonerías, cazoneras y sierreras de nylon y seda sintética con abertura de malla de 8-12 cm y una caída de 5-10 mts.

5. La estructura en tallas y sexos de las capturas comerciales de *Sphyrna tiburo* en Campeche estuvo compuesta por organismos de 60-95 cm de LT con un promedio de 71.5 ± 0.40 cm de LT para los sexos combinados. Las hembras presentaron un intervalo de 65-95 cm de LT con un promedio de 75 ± 0.55 cm de LT y para los machos fue de 50-80 cm de LT con un promedio de 64 ± 0.49 cm de LT. La proporción de sexos fue de 1.5 hembras por macho (1.5 : 1).

6. Se determinaron las relaciones biométricas de Longitud Total vs Longitud Furcal y Longitud Total vs Longitud Precaudal tanto para sexos combinados como para hembras y machos siendo la regresión lineal Longitud Total vs Longitud Precaudal el modelo que se ajusto con mayor significancia estadística.



- Grandes stocks marinos que ocasional y parcialmente estan disponibles junto a una Zona Económica Exclusiva.

- Grandes stoks marinos que solo se encuentran fuera de las Zonas Económicas Exclusivas.

De acuerdo al gobierno Estadounidense , en países como Canadá, Cuba , México y Venezuela, los tiburones estan siendo sobreexplotados (Shark Tagger Summary, 1989), habiendose comenzado a regular la pesquería de tiburón en la costa del Atlántico y Golfo de México en los Estados Unidos de América tan solo hace 2 años, mientras que en el Pacífico continua sin reglamentación. (Tovar, 1995)

XIII. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos se concluye:

1. Durante el período de Noviembre 1993 a Diciembre de 1994 se identificaron un total de 17 especies de tiburones en el estado de Campeche de las 33 especies encontradas en el Golfo de México siendo los más abundantes 1. *Rhizoprionodon terraenovae* 2. *Sphyrna tiburo* 3. *Carcharhinus limbatus* 4. *Carcharhinus acronotus* 5. *Sphyrna lewini* en este estudio.

2. El cazón cabeza de pala *Sphyrna tiburo* se caracteriza por habitar las aguas someras con fondos lodosos y arenosos. Desde Nueva Inglaterra, Estados Unidos incluyendo el Golfo de México hasta Brasil, y también reportado para las Bahamas y Cuba.

3. Dada la estacionalidad y magnitud de las capturas artesanales de *Sphyrna tiburo* en el Golfo de México, se observa que su distribución y abundancia se encuentra en el Sureste del Golfo de México, particularmente en los estados de Campeche y Tabasco.

4. La pesca de *Sphyrna tiburo* en las aguas de Campeche se realiza mediante embarcaciones de fibra de vidrio y madera de 7-10 mts de eslora, de 1-2.50 mts de manga y motor fuera de borda con autonomía 1-3 días.

Se emplea principalmente para su captura redes tiburonerías, cazoneras y sierreras de nylon y seda sintética con abertura de malla de 8-12 cm y una caída de 5-10 mts.

5. La estructura en tallas y sexos de las capturas comerciales de *Sphyrna tiburo* en Campeche estuvo compuesta por organismos de 60-95 cm de LT con un promedio de 71.5 ± 0.40 cm de LT para los sexos combinados. Las hembras presentaron un intervalo de 65-95 cm de LT con un promedio de 75 ± 0.55 cm de LT y para los machos fue de 50-80 cm de LT con un promedio de 64 ± 0.49 cm de LT. La proporción de sexos fue de 1.5 hembras por macho (1.5 : 1).

6. Se determinaron las relaciones biométricas de Longitud Total vs Longitud Furcal y Longitud Total vs Longitud Precaudal tanto para sexos combinados como para hembras y machos siendo la regresión lineal Longitud Total vs Longitud Precaudal el modelo que se ajusto con mayor significancia estadística.



7. *Sphyrna tiburo* es una especie vivípara con desarrollo de una placenta vitalina que presentó un período de gestación de 4-5 meses con un número promedio de 10-11 crías, naciendo durante el mes de agosto en Campeche.

8. Utilizando el modelo de crecimiento empleado por Parsons (1993) para ejemplares de esta especie en el Norte del Golfo de México, la talla de madurez para hembras fue de 2.3 años y 2 años para los machos. Los machos crecen a una tasa estimada de alrededor de 10 cm por año y las hembras 11 cm por año.

9. Se calculó la CPUE (captura por unidad de esfuerzo) por lancha de pesca de *Sphyrna tiburo* en Campeche. La CPUE por lancha más alta se observó en diciembre 1994 con 20.33 organismos y la más baja en mayo de 1994 con 1.64 organismos.

10. Se calculó la CPUE por viaje de *Sphyrna tiburo*, en viajes se encontró la más alta en octubre de 1994 con 25.09 tiburones por viaje y la más baja en marzo con 2.01 organismos. Los mayores rendimientos por embarcación menor se presentó durante agosto-diciembre de 1994.

11. Dada la estructura de las capturas comerciales de *Sphyrna tiburo* que incluye neonatos, juveniles, subadultos, adultos y hembras preñadas durante el anual se deduce que ésta pequeña especie de esfirrido desarrolla toda su historia de vida en las aguas de la Sonda de Campeche.

12. Siendo el cazón cabeza de pala *Sphyrna tiburo*, uno de los tiburones con mayor "productividad" debido a un potencial reproductivo superior al de la mayoría de las especies de tiburones Carcharhiniformes, es posible que con un manejo adecuado su pesquería artesanal en el Sureste del Golfo de México puede alcanzar el nivel de una pesca sustentable, sin embargo en base al estudio realizado se puede concluir que la pesca de comercial de *Sphyrna tiburo* en Campeche se encuentra en una etapa estable desde un punto de vista biológico pero requiere seguirse estudiando.

XIV. RECOMENDACIONES

Por la importancia que representan en la actualidad la creciente necesidad del buen manejo de los recursos pesqueros es de importancia las medidas precautorias que se tomen para cuidar la pesca del cazón-tiburón considerando los resultados de este y otros trabajos de investigación sobre este recurso pesquero:

1. En virtud de la importancia socio-económica de la pesca del tiburón cabeza de pala, *Sphyrna tiburo* en las costas de Campeche se recomienda que se continúen llevando a cabo monitoreos sistemáticos de sus capturas artesanales con el objeto de conocer sus patrones de fluctuación y abundancia estacionales

2. Realizar estudios sobre edad y crecimiento así como de su biología reproductiva a fin de profundizar en el conocimiento de su historia de vida y de su dinámica poblacional en aguas mexicanas.



7. *Sphyrna tiburo* es una especie vivípara con desarrollo de una placenta vitalina que presentó un período de gestación de 4-5 meses con un número promedio de 10-11 crías, naciendo durante el mes de agosto en Campeche.

8. Utilizando el modelo de crecimiento empleado por Parsons (1993) para ejemplares de esta especie en el Norte del Golfo de México, la talla de madurez para hembras fue de 2.3 años y 2 años para los machos. Los machos crecen a una tasa estimada de alrededor de 10 cm por año y las hembras 11 cm por año.

9. Se calculó la CPUE (captura por unidad de esfuerzo) por lancha de pesca de *Sphyrna tiburo* en Campeche. La CPUE por lancha más alta se observó en diciembre 1994 con 20.33 organismos y la más baja en mayo de 1994 con 1.64 organismos.

10. Se calculó la CPUE por viaje de *Sphyrna tiburo*, en viajes se encontró la más alta en octubre de 1994 con 25.09 tiburones por viaje y la más baja en marzo con 2.01 organismos. Los mayores rendimientos por embarcación menor se presentó durante agosto-diciembre de 1994.

11. Dada la estructura de las capturas comerciales de *Sphyrna tiburo* que incluye neonatos, juveniles, subadultos, adultos y hembras preñadas durante el anual se deduce que ésta pequeña especie de esfímido desarrolla toda su historia de vida en las aguas de la Sonda de Campeche.

12. Siendo el cazón cabeza de pala *Sphyrna tiburo*, uno de los tiburones con mayor "productividad" debido a un potencial reproductivo superior al de la mayoría de las especies de tiburones Carcharhiniiformes, es posible que con un manejo adecuado su pesquería artesanal en el Sureste del Golfo de México puede alcanzar el nivel de una pesca sustentable, sin embargo en base al estudio realizado se puede concluir que la pesca de comercial de *Sphyrna tiburo* en Campeche se encuentra en una etapa estable desde un punto de vista biológico pero requiere seguirse estudiando.

XIV. RECOMENDACIONES

Por la importancia que representan en la actualidad la creciente necesidad del buen manejo de los recursos pesqueros es de importancia las medidas precautorias que se tomen para cuidar la pesca del cazón-tiburón considerando los resultados de este y otros trabajos de investigación sobre este recurso pesquero:

1. En virtud de la importancia socio-económica de la pesca del tiburón cabeza de pala, *Sphyrna tiburo* en las costas de Campeche se recomienda que se continúen llevando a cabo monitoreos sistemáticos de sus capturas artesanales con el objeto de conocer sus patrones de fluctuación y abundancia estacionales

2. Realizar estudios sobre edad y crecimiento así como de su biología reproductiva a fin de profundizar en el conocimiento de su historia de vida y de su dinámica poblacional en aguas mexicanas.



3. Determinar cuales son las principales áreas de crianza de esta especie en el litoral de Campeche y conocer los patrones de migración y abundancia de los estadios tempranos, así como determinar su mortalidad por pesca y natural en dicha zona.

4. Se recomienda no favorecer la pesca y comercialización de los estadios tempranos (neonatos y juveniles) denominados “tripa” de esta y otras especies de tiburón, ya que una pesca excesiva de estos estadios de la población puede tener repercusiones negativas a mediano y largo plazo.

5. Se recomienda la elaboración e implementación de una Norma Oficial Mexicana que ordene y regule las pesquerías artesanales de tiburones en aguas del Golfo de México. En dicho plan de manejo pesquero deberán participar todos los sectores involucrados en la pesca de tiburones como el sector productivo integrado por los pescadores, permisionarios, cooperativas, autoridades pesqueras, comunidad científica tanto oficial como académica, entre otras.



LITERATURA CITADA

- Anderson, E. D. 1990. Estimate of the large shark catches in the western Atlantic and Gulf of México, 1960-1986. En: H. L. Pratt, Jr., S. H. Gruber and T. Taniuchi, (Eds) **Elasmobranch as living resources: advances in the biology, ecology, systematics and the status of the fisheries**. U. S. Dep. Commer. NOAA Tech. Report. NMFS 90. p. 443-454.
- Anderson, E. D. y K. Teshima. 1990. Workshop of fisheries management. En: H. L. Pratt, Jr. S. H. Gruber and T. Taniuchi, (Eds.) **Elasmobranch as living resources: advances in the biology, ecology, systematics and the status of the fisheries**. U. S. Dep. Commer. NOAA Tech. Report. NMFS 90. p. 499-504.
- Applegate, S. P; L. Espinoza Arrubarrena, L B., Menchaca López, F. Sotelo Macías, 1979. **Tiburones Mexicanos**. Subsecretaría de Educación e Investigación Tecnológica, Dirección General de Ciencia y Tecnología del Mar. México. 147p.
- Applegate, S. P., L. Espinoza Arrubarrena, F. Sotelo Macías, 1993. **An overview of Mexican Shark Fisheries, with suggestions for Shark conservation in Mexico**. U.S. Dep. Commerce. NOAA Technical Report NMFS 115.
- Bedford, D. 1987. **Pacific Angel Shark Management, Information Document**. Calif. Fish. Game. 49 pp.
- Bedford, D. 1987. **Sharks management: a case history: The california pelagic shark and swordfish fishery**. En: S. Cook, (Ed.) *Sharks: An inquiry into biology, behavior, fisheries and use*. Oregon State Univ. Sea Grant Publication, Corvallis. p. 161-171.
- Bessonov, N. M. y O. González, 1967. **Principales particularidades en la formación de la productividad de las aguas del Banco de Campeche**. *Trabajos al III Congreso Nacional de Oceanografía*, Campeche, México, marzo 15-18, 1967. Instituto Nacional de la Pesca, Centro de Investigaciones Pesqueras , Cuba, .3-20 p.
- Bigelow, H. B. y W. C. Schroeder, 1948.. **Fishes of the western North Atlantic Part. I, Lancelets, cyclostomes and sharks**. Nueva Haven, *Mem. Sears Fdn. Mar. Res.* 1 (1) : 576 p.
- Bonfil, S. R; D. 1990. **Contribution to the fisheries biology of de silky shark *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1839) from Yucatan, México**. M. Sc. Thesis. School of Biological Sciences U.C.N.W. Bangor. 77 p.
- Bonfil, S. R; D. de Anda and R. Mena A, 1992. **Shark Fisheries in Mexico: The case of Yucatan as an example**. Elasmobranch as living resources. U.S. Dep. Commerce, NOAA Technical Report NMFS 90: 427-433.



- Bonfil, S. R.. 1997. **Status of shark resources in the Southern Gulf of Mexico and Caribbean: implications for management.** Fisheries Research (29). 101-117.
- Branstetter, S. and J. D. McEachran, 1986. **Age and growth of four Carcharhinid shark common to the Gulf of Mexico.** A summary paper. In: Bonfil, 1990.
- Branstetter, S. 1990. **Early life-history implications of selected Carcharhinoide and Lamnoide sharks of the northwest Atlantic.** Elasmobranch as living resource, NOAA Technical Report NMFS 90: 17-28.
- Branstetter, S. 1991. **Shark early life history: one reason sharks are vulnerable to overfishing.** Discovering Sharks. American Litoral Society, special publication no. 14: 29-34.
- Britton, J. C. y B. Morton, 1989. **Shore ecology of the Gulf of México.** University of Texas Press. Austin. 387 p.
- Cahero, J. 1990. **Variación estacional de los nutrientes limitantes en el sureste del Golfo de México.**(1985-1986). Secretaría de Marina, Dirección General de Oceanografía Naval, Estación de Investigación Oceanográfica de Campeche, México. Est. Camp. / 90: 29 p.
- Cailliet, G. M. , L. K. Martin, D. Kusher, P. Wolf y B. A. Welden, 1983. **Techniques for enhancing vertebral bands in age estimation of California elasmobranchs.** In: Prince, E. D. y L. M. Pulos (Eds.) *Proceeding of the international workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: tunas, billfishes, and sharks,* Miami, Florida, febrero 15-18, 1983. NOAA Technical Report (8) : 157-165.
- Cailliet, G.M. L. J. Natanson, B. A. Welden y D. A. Ebert, 1985. **Preliminary studies on the age and growth of the white shark, *Carcharodon carcharias*, using vertebrate bands.** *South. Calif Acad Sci. Mems.* 9: 49-60.
- Cailliet, G. M. , D. B. Holts y D. Bedford, 1991. **A review of the commercial fisheries for sharks on the west coast of the United States.** In: *Sharks down under. Strategic planning for conservation,* Sydney, Australia, febrero 24 - marzo 1, 1991. Ponencia presentada (mimeo.) : 16 p.
- Cardiel, H. 1982. **El tiburón: alimento y trabajo para todos.** Ediciones Mundo Marino, México. *Técnica Pesquera XV* (169) : 13-17
- Carranza, J. , 1959. **La pesca II.** In: Beltrán, E. (Ed.) **Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento.** Ediciones del Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, México. Tomo III, capítulo V. 238 p.
- Carranza-Edwards, A., M. Gutiérrez-Estrada y R. Rodríguez-Torres, 1975. **Unidades morfo-tectónicas continentales de las costas mexicanas.** Universidad Nacional Autónoma de México, An. Centro de Ciencias del Mar y Limnología 2(1) : 81-88



- Casey, J. G. H. W. Pratt, N. E. Kohler, CH. Stillwell, 1989. **The shark tagger 1989 summary** Cooperative Shark Tagging Program. U. S. Dept. commerce, NOAA/NMFS/NEFSC. 12 p.
- Casey, J. G. H. W. Pratt, N. E. Kohler, CH. Stillwell, 1990. **The shark tagger 1990 summary** Cooperative Shark Tagging Program. U. S. Dept. commerce, NOAA/NMFS/NEFSC. 12 p.
- Casey, J. G. H. W. Pratt, N. E. Kohler, CH. Stillwell, L. J. Natanson, P. Turner, R. Briggs, 1992. **The shark tagger 1992 summary** Cooperative Shark Tagging Program. U. S. Dept. commerce, NOAA/NMFS/NEFSC. 16 p.
- Casey, J. G. H. W. Pratt, N. E. Kohler, L. J. Natanson, P. Turner, R. Briggs, 1993. **The shark tagger 1993 summary**. U. S. Dep. commerce, NOAA/NMFS/NEFSC. 18 p.
- Castillo, G. J. L. 1989. **Tiburones**. *Rev. Ciencias*. 14: 13-18.
- Castillo, G. J. L. 1990. **Shark Fisheries and Research in México - A Reviv**. CHONDROS Vol. 2 (1).
- Castillo, G. J. L. ,1991. **The Mexican Shark Fishery and its Future**. In: Woon, P. y J. Pepperell (Eds.) *Sharks down under. Strategic Planning for conservation*. Sydney, Australia, febrero 24- marzo 1, 1991. Horarios y resumen de conferencias (mimeo.) impaginado.
- Castillo, G. J. L. 1992. **Contribución al conocimiento de la biología y la pesquería del cazón bironche, *Rhizoprionodon longurio* (Jordan y Gilbert, 1882) (Elasmobranchii, Carcharhinidae) del sur de Sinaloa, México**. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM, México. 128 p.
- Castillo, G. J. L. y J. F. Márquez Farías, 1993. **La pesquería de tiburón en México: una revisión histórica del Golfo de México**. Programa Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras del Recurso Tiburón, INP. México 24p.
- Castillo, G. J. L. Márquez, F. J. F., Rodríguez de la Cruz, M.C. , Cortés, E. , Cid del Prado A. 1998. **The Mexican artisanal shark fishery in the Gulf of Mexico**. *Mar. Freshwater Res.*, 49:(6) 11-20.
- Castro-Aguirre, J. L. 1967. **Contribución al estudio de los tiburones de México**. Tesis profesional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, México. 258 p.
- Castro-Aguirre, J. L. 1978. **Catálogo sistemático de los peces que penetran a las aguas continentales de México. Con aspectos zoogeográficos y ecológicos**. In: Marin, 1992.
- Castro, J. I. 1983. **The sharks of north american waters**. Texas A&M University press. Texas, E.U. 180 p.



- Castro, J. I. 1993a. **The biology of the finetooth shark, *Carcharhinus isodon*.** *Environmental Biology of Fishes*. Netherlands 36: 219-232.
- Castro, J. I. 1993b. **The nursey of Bulls Bay, South Carolina, with a review of the shark nurseries of the southeastern coast of the United States.** *Environmental Biology of Fishes*. Netherlands 38: 37-48.
- Castro, J. I. 1993c. **A field guide to the sharks commonly caught in comercial fisheries of the southeastern United States.** NOAA Technical memorandum MNFS 338. p.
- CEPES, 1982. **Campeche.** Partido de la Revolución Institucional (PRI), Centros de Estudios Politicos, Económicos y Sociales, Mçexico. 62 p.
- Clark, E. and K. Von Schmidt, 1965. **Sharks of the central Gulf of coast Florida.** *Bull. Mar. Sci.* 15: 13-83.
- Clark, E. y K. von Schmidt, 1965. **Sharks of the central Gulf coast of Florida.** *Bull. Mar. Sci.* 15 (1) : 13-83.
- Coll de Hurtado, A. 1975. **El suroeste de Campeche y sus recursos naturales.** UNAM, *Series cuadernos* 77 p.
- Compagno, L. J. V. 1979. **Carcharhinoid sharks: morphology, systematics and phylogeny.** In: Branstetter, 1982.
- Compagno, L. J. V. 1984. **Sharks of the word.** An annotated and ilustred catalogue of shark species known to date. Part 1 Sphyrnidae. *FAO Fish Synop. Rome.* (125) 4: 1-250.
- Compagno, L. J. V. 1984. **Sharks of the word.** An annotated and ilustred catalogue of shark species known to date. Part 2 , Carcharhiniiformes. *FAO Fish Synop. Rome.* (125) 4: 251-655.
- Compagno, L. J. V. 1990. **Shark explotation and conservation.** Elasmobranchs as living resourse. U. S. Dept. Commerce. NOAA Technical Report NMFS 90: 391- 414.
- Compagno, L. J. V . 1991. **The evolution and diversity of sharks.** Discovering sharks. American Littoral Society, special publication no. 14: 15-22.
- Cortés, E. and Parsons G. R. 1996. **Comparative demography of two populations of the bonnethead shark (*Sphyrna tiburo*)** *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53: 709-718.
- De la Cruz, A. , 1967. **Estudios del plancton en el Golfo de México.** Trabajos al III Congreso Nacional de Oceanografía, Campeche, México, marzo 15-18, 1967. Instituto Nacional de la Pesca , Centro de Información Pesquera, Cuba, 21-35 p.



- De la Lanza, G. E. 1991. **Oceanografía de mares mexicanos**. 1a. edición. AGT editores, México D.F. 569 p.
- Dryer, L. Pasquale, P., Graziadei, C. 1994. **Projection of the olfactory bulb in an elasmobranch fish, *Sphyrna tiburo*: segregation of inputs in the telencephalon**. *Anatomy and Embryology* 190. 563-572.
- Fisher, W. 1978. **FAO species identification sheets for fishery purposes**. Vol. 5 sharks. FAO, Rome.
- García, E. 1973. **Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köpen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)**. Inst. Geofis. UNAM. 246 p.
- García, C. y J. A. Gómez, 1974. **Carta preliminar de fondos del Banco de Campeche**. Resum. Invest. Instituto Nacional de la Pesca, *Ant. Invest. Pesq. Cuba* 1.
- Gilbert, C. R. 1967. **A revision of the hammerhead sharks (Family Sphyrnidae)**. *Proc. U. S. Nat. Mus.* 119: 1-88.
- Gill, T. 1872. **Arrangement of the families of fishes, or classes Pisces, Marsipobranchii, and Leptocardii**, *Smithsonian Misc. Collect.*, (247): 49 p.
- Gómez-Aguirre, S. , 1974. **Reconocimientos estacionales de hidrología y plancton en la Laguna de Términos, Campeche, México**. Universidad Nacional Autónoma de México, *An. Cent. Ciencias del Mar y Limnología*. 1(1) : 61-81.
- Gruber, S. H. 1991. **Life style of the sharks**. *Discovering sharks*. American Littoral Society, special publication no. 14: 7-14
- Gulland, J. A. 1983. **El porqué de la evaluación de las poblaciones pesqueras**. FAO, *Circ. de Pesc.* no. 759. Roma. 20 p.
- Guter, G. 1945. **Studies on marine fishes of Texas**. Publ. Inst. Mar. Sci. Univ. Texas. 1(1). 1-190.
- Gutiérrez-Estrada, M. , 1977. **Sedimentología del área de transición entre las provincias terrígena y carbonatada del suroeste del Golfo de México**. Tesis M. en C. , Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México , 175 p.
- Gubanov, Y . P. 1978. **The reproduction of some species of pelagic shark from the equatorial zone of the Indian ocean**. In: Castillo, 1992.
- Hamlett, W. C. 1991. **From egg to placenta: placental reproduction in sharks**. *Discovering sharks*. American Littoral Society, special publication no. 14: 61-63.



- Harding, J.L. y W. D. Nowlin, 1966. Gulf of México. In.: Fairbrige, R. W. (Ed.) **The Encyclopedia of Oceanography** . Encyclopedia of Earth Sciences Series, I : 324-331. Dowden, Hutchinson and Ross, USA
- Hernández Carballo, A. 1965. **Resumen de investigaciones sobre elasmobranchios de la República Mexicana**. Inst. Nal. Invest. Biol. Pesq. Trabajos de divulgación. No. 97. Vol. X 9 p.
- Hernández Carballo, A. 1971. **Pesquerías de los tiburones en México**. Tesis Profesional. Esc. Nal. Ciencias Biológicas. INP, México 123 p.
- Hernández-Silva, H. 1987. **Análisis de las Capturas y Aspectos Biológicos de los tiburones en el Sureste de Campeche, México**. Tesis Profesional Universidad Veracruzana.
- Hilderbrand, H. H. , 1954. **A study of the fauna of the pink shrimp (*P. duorarum* Burkenroad) grounds in the Gulf of Campeche**. Pub. Ints. Mar. Sci. Univ. Texas 4 (1) : 169-232.
- Hoening, J. M. and S. H. Gruber, 1990. **Life-history patterns in the Elasmobranchs implications for fisheries management**. Elasmobranchs as living resources, NOAA Technical report NMFS 90: 1-16.
- Hoese, H. D. y R. B. Moore. 19 . **Notes on the Life History of the Bonnetnose Shark, *Sphyrna tiburo***. Marine Laboratory, Texas Game and Fish Commission, Rockport, Texas. *Texas Journal of Science* 40 : 69-72.
- Hoese, H. D. y R. B. Moore, 1977. **Fishes of the Gulf of México**. Texas A & M University Press. College station . 327 p.
- Holden, M. J. y P. S. Meadows, 1964. **The fecundity of the spurgog (*Squalus acanthias*)**. *J. Cons. Int. Explor. Mer* 28: 418-424.
- Holden, M. J. 1973. **Are long-term sustainable fisheries for elasmobranchs possible?** *Rapport et proce-verbaux des Reun. Cons. Int. Explor. Mer.* 164: 360-367.
- Hueter, E. R. 1994. **Bycatch and catch-release mortality of small sharks and associated fishes in the estuarine nursery grounds of Tampa Bay and Charlotte Harbor**. Final Report FDEP Grant Agreement 7237/7849, 181 p.
- IEPES, 1976. **Catálogo de Peces Marinos Mexicanos**. Secretaría de Industria y Comercio, Subsecretaría de Pesca. Instituto Nacional de Pesca, México. 462 p.
- Juárez, M. , 1974. **Distribución de formas larvarias de la familia Scombridea en el Golfo de México**. Resum. Invest. Instituto Nacional de la Pesca. *Cuba Ant. Invest. Pesq* 1.



- Kato, S. and A. H. Carballo, 1967. **Shark Tagging in the eastern Pacific Ocean, 1963-1965.** In : Tovar, 1995.
- Klimley, A. P. 1981. **Schooling of the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini*, in the Gulf of California.** 356-360.
- Klimley, A. P. 1984. **Grouping Behavior in the Scalloped hammerhead.** *Oceanus*, 24(4) : 65-71.
- Klimley, A. P; I. M. Cabrera y J. L. Castillo, 1993. **Descripción de los movimientos horizontales y verticales del tiburón martillo *Sphyrna lewini* del sur del Golfo de California, México.** *Ciencias Marinas* 19 (1): 95-115.
- Kreuzer, R. y R. Ahmed. 1978. **Aprovechamiento y Comercialización del tiburón.** FAO, Roma. 186 pág.
- Krylov, V. V. , 1974. **Distribución del fitoplancton y de las biocenosis planctónicas en el Banco de Campeche.** Resum. Invest. Instituto Nacional de la Pesca, *Ant. Invest. Pesq. Cuba* 1.
- Lagler, K. F. , J. E. Bardach, R.R. Miller y D. R. May, 1984. **Ichthyology.** Jhon Wiley & Sons, Nueva York. 506 p.
- Mancilla-Peraza, M. y M. Vargas-Flores, 1980. **Los primeros estudios sobre el flujo de agua neto a través de la La Laguna de Términos, Campeche.** Universidad Nacional Autónoma de México, *An. Centro de Ciencias del Mar y Limnología.* 7 (2):1 - 12.
- Manire, C. A. , Rasmussen, L.E. , Hess, D. L. , Heuter, R. E. 1995. **Serum Steroid Hormones and the Reproductive Cycle of the Female Bonnethead shark, *Sphyrna tiburo*.** *General and Comparative Endocrinology* 97, 366-376.
- Marin, O. R. 1991. **Clave para la identificación de los tiburones del Golfo de México.** Facultad de Biología, Universidad Veracruzana Xalapa, Veracruz, México. 31p.
- Marin, O. R. 1992. **Aspectos Biológicos de los Tiburones Capturados en las Costas de Tamaulipas Y Veracruz, México.** Tesis Profesional, Facultad de Biología, Univ. Veracruzana, Xalapa Ver. México 146p.
- Márquez-Farias, J. F. , Castillo-Géniz J. L. y Rodríguez de la Cruz M. C. 1998. **Demografía del cazón Pech, *Sphyrna tiburo* (Linnaeus, 1758), en el sureste del Golfo de México.** *Ciencias Marinas* 24 (1) : 13-34.
- Morelock, J. y W.R. Bryant, 1971. **Campeche Canyon sediments.** Universidad de Oriente, Chile, *Biol. Inst. Oceanogr.* 10 (2) : 35-48.



- Morrisey, J. F. 1991. **Home range of juvenile lemon sharks.** Discovering sharks. American Littoral Society, special publication no. 14 : 85-86.
- Myrberg, A. A. Jr. y S. H. Gruber. 1974. **The behavior of the bonthead shark, *Sphyrna tiburo*,** Copeia. 1974. 358-374.
- Olachea, A y V.I. Sauskan, 1974. **Cartas de pesca del Banco de Campeche, 1972.** Resum. Invest. Instituto Nacional de la Pesca , *Ant. Invest. Pesq. Cuba 1*.
- Olsen, A. M. 1954. **The biology, migration and growth rate of the school shark, *Galeorhinus australis* (Macleay) (Carcharhinidae) in southeastern australian waters.** Aust. J. Mar. Freshwat. Res. 5: 353-410.
- Olvera, L. R. M. , T. Castro y E.E. Villanueva, 1975. **Identificación y distribución de larvas de *Mugil cephalus* (Mugilidae) *Thunnus atlanticus* y *Auxis thazard* (Thunnidae) en el Golfo de México.** Secretaría de Industria y Comercio, Subsecretaría de Pesca, Instituto Nacional de Pesca, México. *Reporte de Ciencias Marinas* (17): impaginado.
- Padilla, M. A. , 1975. **Larvas de peces colectadas en el crucero VU/72 /02.** Secretaría de Industria y comercio, Subsecretaría de Pesca Instituto Nacional de la Pesca, México *Reporte de Ciencias Marinas* (16) impaginado.
- Parsons, G. R. , 1981. **The reproductive biology of the atlantic sharpnose shark, *Rhizoprionodon terraenovae* (Richardson).** Fish. Bull. 81(1) : 61-73.
- Parsons, G. R. ,1983. **An examination of the vertebral rings of the atlantic sharpnose shark, *Rhizoprionodon terraenovae*.** *Northeast Gulf Science* 6(1) : 63-66
- Parsons, G. R. , 1987. **Life history and bioenergetics of the bonnethead shark, *Sphyrna tiburo* : a comparison of two population .** *Marine Biology*.
- Parsons, G. R. , 1993. **Age determination and growth of the bonnethead shark *Sphyrna tiburo*: avcomparison of two populations.** *Marine Biology* 117. 23-31.
- Parsons, G. R. , 1993. **Geographic variation in reproduction between two populations of the bonthead shark, *Sphyrna tiburo*.** *Environmental Biology of Fishes* 38 : 25-35.
- Pratt, H. L. and J. G. Casey, 1990. **Shark reproductive strategies as a limiting factor in directed fisheries, with a review of Holden's method of estimating growth parameters.** Elasmobranchs as living resources, NOAA Technical report NMFS 90: 97-108.
- Pratt, H. L. and J. I. Castro, 1991. **Shark reproduction: parental investment and limited fisheries, an overview.** Discovering sharks. American Littoral Society, special publication no. 14: 56-60.



- Radcliffe, L. 1916. **the sharks and rays of Beuford**, N. C. Bull. U. S. Bur. Fish. 34: 239-284.
- Ramírez, R. y M. L. Sevilla, 1963. **Lista preliminar de recursos pesqueros de México, marinos y de agua dulce**. Secretaría de Industria y Comercio, Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras, México. Trabajos de Divulgación V. (42) : 42 p.
- Regil, J. M. y A. M. Peón, 1852. **Estadística de Yucatán**. Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, *Boletín* tomo III.
- Ripley, W. E. 1946. **The soupfin shark and the fishery**. Fish. Bull. Calif. (64): 7-37.
- Rodríguez, G. H. 1986. **Contribución al estudio de la pesquería del tiburón en la zona sur del estado de Sinaloa (Mazatlán)**. Memoria Profesional, Esc. Cienc. Mar. UAS. México 91 p.
- Rodríguez de la Cruz, M. C. 1988. **Los recursos Pesqueros de México y sus Pesquerías**. Secretaría de Pesca. 237 p.
- Sánchez-Gil, P. , A. Yañez-Arancibia y F. Amezcua-Linares, 1981. **Diversidad, distribución y abundancia de las especies y poblaciones de peces demersales de la Sonda de Campeche (verano 1978)** . Universidad Nacional Autónoma de México, *An. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* . 8 (1) : 209-240.
- Schlemnitzauer D. A. , and Gilbert, P.W. 1966. **Placentacion and Associated Aspects of Gestation in the Bonnethead Shark, *Sphyrna tiburo***. Journal of Morphology Vol. 120, No. 3, 219-231.
- SEMARNAP. 1998. **Anuario Estadístico de Pesca.. 1997**. México. 128 pág.
- Simpfendorfer, C. A. and Milward, N. E. 1993. **Utilisation of tropical bay as nurse area by sharks of the families Carcharhinidae and Sphyrnidae**. Environmental Biology of fishes 37: 337-345.
- Soto, L. A. 1979. **Decapod crustacean shelf-fauna of the Campeche Bank: fishery aspects and ecology**. In. proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute, 32nd Annual Session, noviembre, 1979. 66-.81 p.
- Sparre, 1992. **Introduction to tropical fish stock assesment**. part. 1, manual FAO rev. 1, 276 p.
- Springer, S. 1938. **Notes on the sharks of Florida**. *Proc. Fla. Acad. Sci.* 3: 9-41.
- Springer, S. 1940. **The sex ration and seasonal distribution of some Florida sharks**. *Copeia* (3) 188-194.



- Springer, S. 1950. **Natural history notes on the Lemon shark, *Negaprion brevirostris*.** *Texas J. Sci.* 2 (3): 349-359.
- Springer, S. 1967. **Social organization of shark population.** In: Gilbert, P. W. , R. F. Mathewson y D. Rall (Eds.) *Sharks, skates and rays*, p. 149-174. Jhon Hopkins Press, Baltimore.
- Springer, S. 1975. **Field observations in large sharks of Florida-Caribbean region.** In: Gilbert, P. W. (Ed.) *Shark and survival*, p 95-113. D. C. Heath and Co. , Lexington. 578 p.
- Springer, S. 1979. **Informe sobre la pesca del tiburón en el Atlántico Centro Occidental.** FAO, Proyecto Inter-Regional para el desarrollo de la Pesca en el Atlántico Centro Occidental. Panamá. *WECAF Rep.* (3) : 42 p.
- Springer, V. 1964. **A revision of the Carcharhinid shark genera *Scoliodon*, *Loxon*, and *Rhizoprionodon*.** *Proc. U. S. Nat. Mus.* 15 (3493) : 559-632.
- SRH, 1962. **Datos de la región del sureste.** Secretaría de Recursos Hidráulicos. *Boletín Hidrológico* (18): 200 p.
- Stevens, J. D. 1984. **Biological observations on Sharks caught by sports fishermen off New South Wales.** *Aust. J. Mar. Freshw. Res.* 35: 573-590.
- Stevens , J. D. 1987. **Sharks.** Facts on File, Inc. Australia. 240 p.
- Stillwell, Ch. E. y N. E. Koheler, 1993. **Food habits of the sanbar shark *Carcharhinus plumbeus* off the U. S. northeast coast, with estimates of daily ration.** *Fishery Bulletin* 91: 138-150.
- Tovar, A. J. 1995. **Biología y Pesquería del Tiburón Puntas Negras *Carcharhinus limbatus* (Valenciennes 1939) de las aguas de Veracruz y Tamaulipas, México.** Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM, México. 95 p.
- Uribe, M. J. A. 1984. **Aspectos de la pesquería costera de tiburón y cazón en el estado de Campeche, México.** Instituto Nacional de la Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera Ciudad del Carmen, Campeche, México. Informe de Investigación impaginado..
- Uribe, M. J. A. 1990. **Guía de campo para la identificación de especies de tiburones y cazones en la Sonda de Campeche.** Instituto Nacional de la Pesca, México. *Documento de trabajo* (23) : 48 p.
- Uribe, M. J. A. y D. Murillo, 1991. **Descripción de las pesquerías de cazón y tiburón del estado de Campeche, México.** *Reunión Regional del CRIPs para elaborar el Diagnóstico Pesquero de la Península de Yucatán.* Yucalpeten, Yucatán, México, junio 17-20, 1991. 19p.



- Uribe, M. J. A. 1992. **Investigaciones acerca de la pesquería de tiburón y de cazón en aguas del estado de Campeche, México.** *Ciclo de Conferencias y Taller de trabajo sobre las Pesquerías de Tiburones de México y Australia.* Instituto Nacional de Pesca, México, D.F. , marzo 17-20, 1992. 17 p.
- Uribe, M. J. A. 1993. **Distribución, Abundancia, Estructura y Biometría de especies de tiburones capturados en la Sonda de Campeche, México.** Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM, México. 103 p.
- Vázquez-Botello, A. , 1978. **Variaciones de los parámetros hidrológicos en la épocas de sequía y lluvias (mayo y noviembre, 1974) en la Laguna de Términos, Campeche, México.** Universidad Nacional Autónoma de México, An. Centro de Ciencias del Mar y Limnología. 5(1) : 159-177.
- Villalobos, A. y M. E. Zamora, 1975. **Importancia biológica de la Bahía de Campeche.** *Mem. I. Simpo. Latinoam. Oceanogr. Biol.*, México, noviembre 25-29, 1974. 375-395 p.
- Villalobos, A. 1977. **Importancia biológica de la Bahía de Campeche y de la Península de Yucatán (segunda parte) .** *Mem. II. Simpo. Latinoam. Oceanogr. Biol.*, Cumaná, Venezuela, noviembre 24-28, 1975. 79-117 p.
- White, J. and Meredith, M. 1995. **Nervus Terminalis Ganglion of the Bonnethead Shark (*Sphyrna tiburo*): Evidence for Cholinergic and Catecholaminergic Influence on Two Cell Types Distinguished by Peptide Immunocytochemistry.** *The journal of comparative neurology* 351: 385-403.
- Yáñez-Arancibia, A. , F. Amezcua-Linares y J. W. Day Jr. , 1980. Fish community structure and function in Términos Lagoon, a tropical estuary in southern Gulf of México. In: Kennedy, V. (Ed.) *Estuarine Perspectives* , p. 465-482. Academic Press, Inc. , Nueva York . 534 p.
- Yáñez-Arancibia, A. y J. W. Day Jr. , 1982. **Ecological characterization of Términos Lagoon, a tropical lagoon-estuarine system in the southern Gulf of México.** In: Lasserre, P. y H. Postma (Eds.) *Coastal Lagoons. Acta Oceanologica.* 5 (4) : 431-440.
- Yáñez-Arancibia, A. , P. Chavance y D. Flores-Hernández, 1983. **Environmental Behavior of Términos Lagoon ecological system, Campeche, México.** Universidad Nacional Autónoma de México, *An. Instituto de Ciencias del Mar Limnologia.* 10 (1) : 137-176.
- Yáñez-Arancibia, A., P. Sánchez-Gil, M. Tapia-García y M. de la C. García-Abad, 1985. **Ecology, community structure and evaluation of tropical demersal fishes in the southern Gulf of México.** *Cahiers de Biologie Marine.* Tomo XXVI, 137- 163 p.



- Yáñez-Arancibia, A. , 1993. **Estudio de declaratoria como área ecológica de protección de flora y fauna silvestre de la región de la Laguna de Términos, Campeche.** Universidad de Autónoma de Campeche, México. *Jaina* 4(1) : 4-5.
- Walker, T. I. 1998. **Can shark resources be harvested sustainably? A question revisited whit a review of shark fisheries.** Australian Journal of Marine and Freshwater Research. CSIRO (49). 553-572
- Wourms, J. P. 1977. **Reproduction and development in Chondrichthyan fishes.** Am. Zool. 17: 379-410.
- Zavala, G. 1993. **Descripción de la pesquería del tiburón, durante la temporada de pampanillo 1992-1993, Chachalacas, Veracruz, México.** Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM, México. 60 p.9



FORMATO DE MUESTREO BIOLÓGICO
 Programa Tiburón
 Dirección de Análisis de Pesquerías-INP.



ESTADO		FECHA		OPERACION (hrs)	
LOC/LIDAD		EMBARCACION		ZONA DE PESCA	
MUESTREADOR		ALTURA	ARTESANAL	ARTE DE PESCA	

N°	Especie	Longitudes				Peso		Sexo	Clasp (mm)	E.M.	Embriones			Notas ó (colectas)
		Tot.	Fur.	Pre.	Pp	Pd	Tot.				Evis.	N°	Sex.	
1											h			
											m			
2											h			
											m			
3											h			
											m			
4											h			
											m			
5											h			
											m			
6											h			
											m			
7											h			
											m			
8											h			
											m			
9											h			
											m			
10											h			
											m			
11											h			
											m			
12											h			
											m			
13											h			
											m			
14											h			
											m			
15											h			
											m			

Observaciones:

Otros:

Medidas:

Tipo anzuelo:

N° azuelos:

Camada:

Profundidad de operación:

N° de canastas:

Longitud total del arte:

Red:

Luz:

Caída:

N°

LT

LF

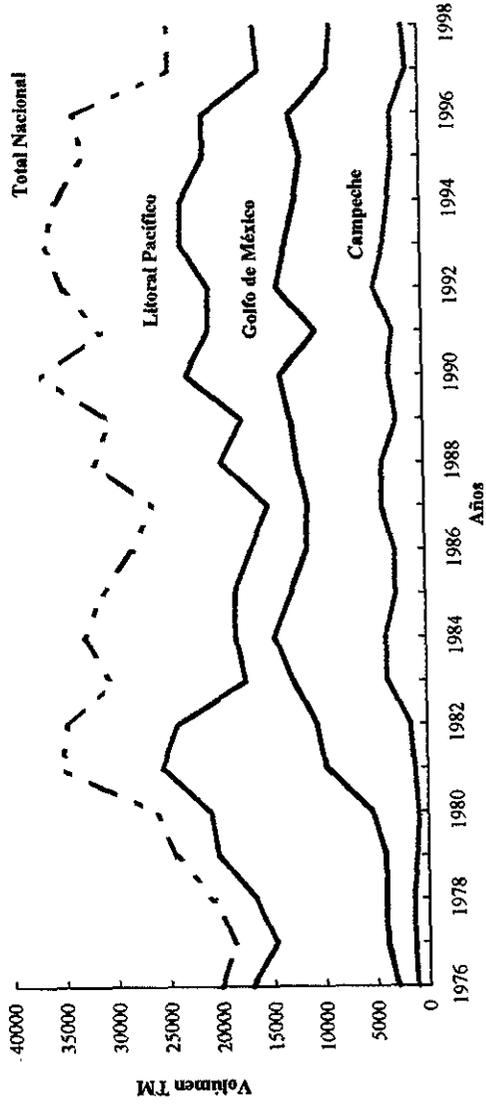
LP

Lpd

Lpp

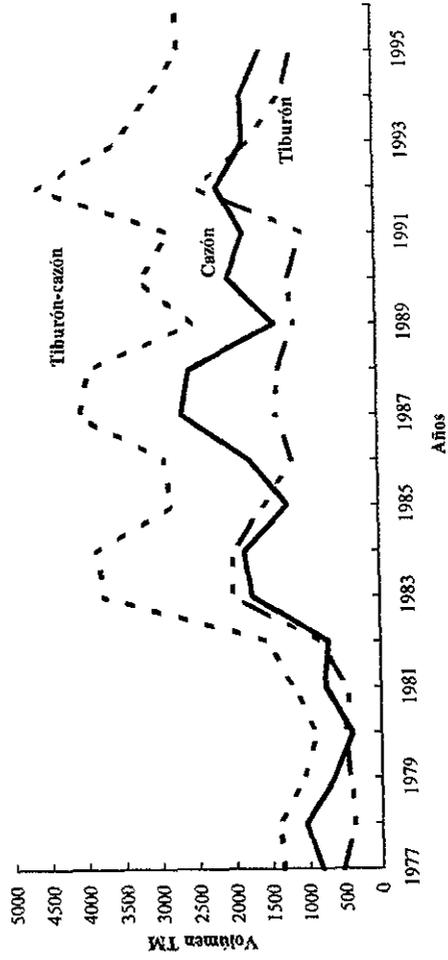


Figura 1. Producción histórica de tiburón y cazón en México.



1998 Cifras preliminares, Dir. de Estadística y Registro Pesquero, SEMARNAP, 1998.

Figura 2. Producción histórica en el estado de Campeche



1998 Cifras preliminares, Dir. de Estadística y Registro Pesquero, SEMARNAP, 1998.

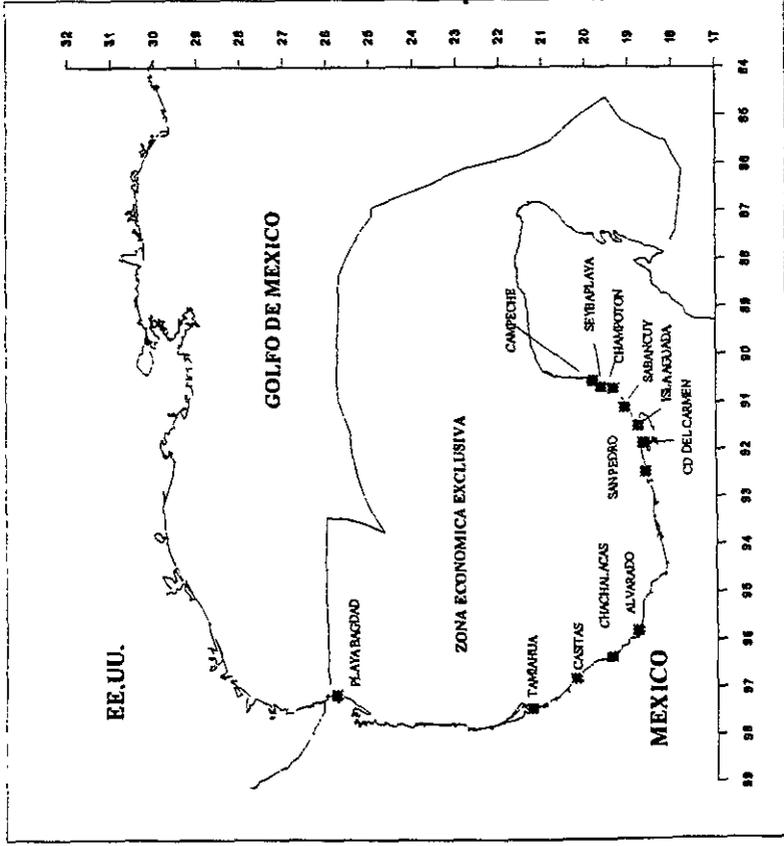
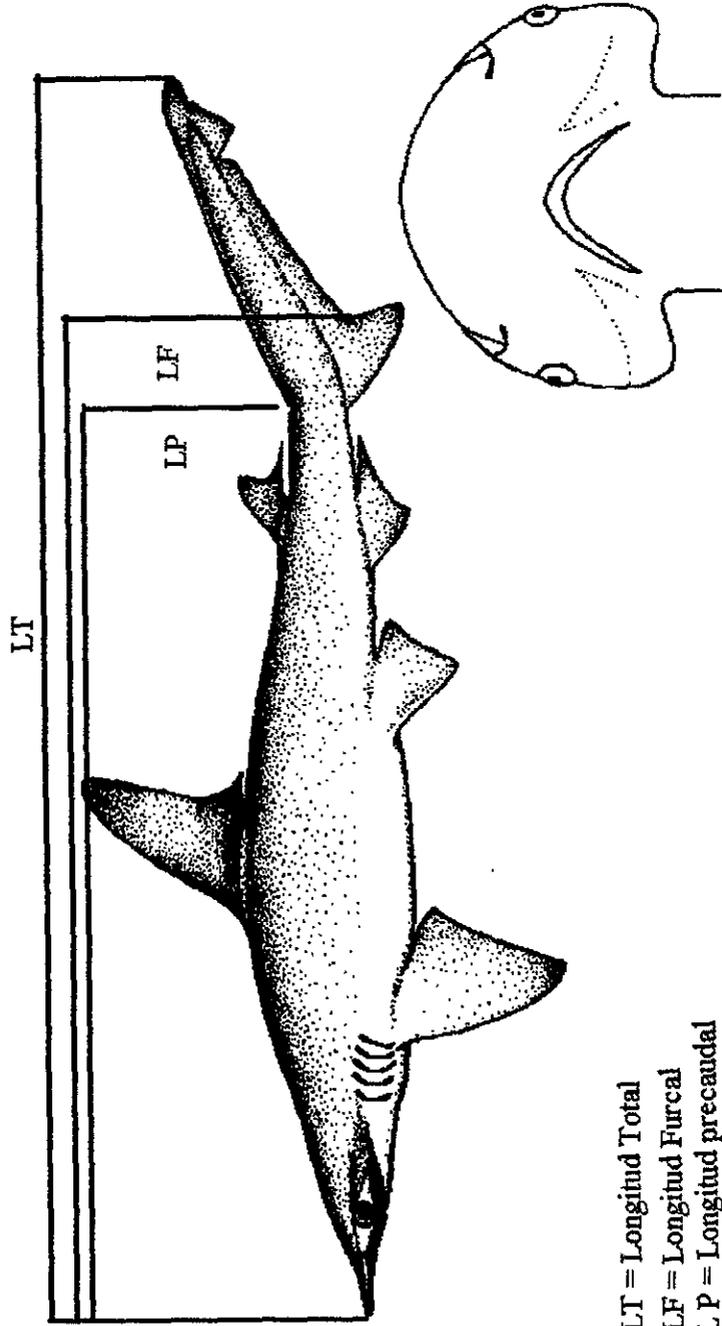


Figura 3 Localidades de Muestreo de la Pesquería Artesanal de Tiburón del Golfo de México

Figura 4. Medidas Morfométricas tomadas en este estudio de *Sphyrna tiburo*



LT = Longitud Total
LF = Longitud Furcal
LP = Longitud precaudal

Figura 5. Comparación de las cabezas en *Sphyrna tiburo*

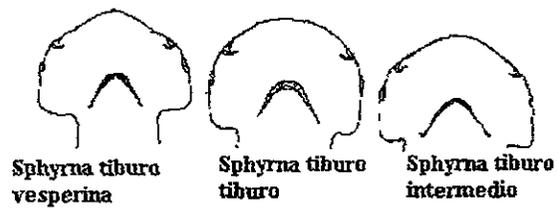


Figura 7. Composición específica de las capturas del tiburón del Golfo de México durante el periodo noviembre 1993 - diciembre 1994

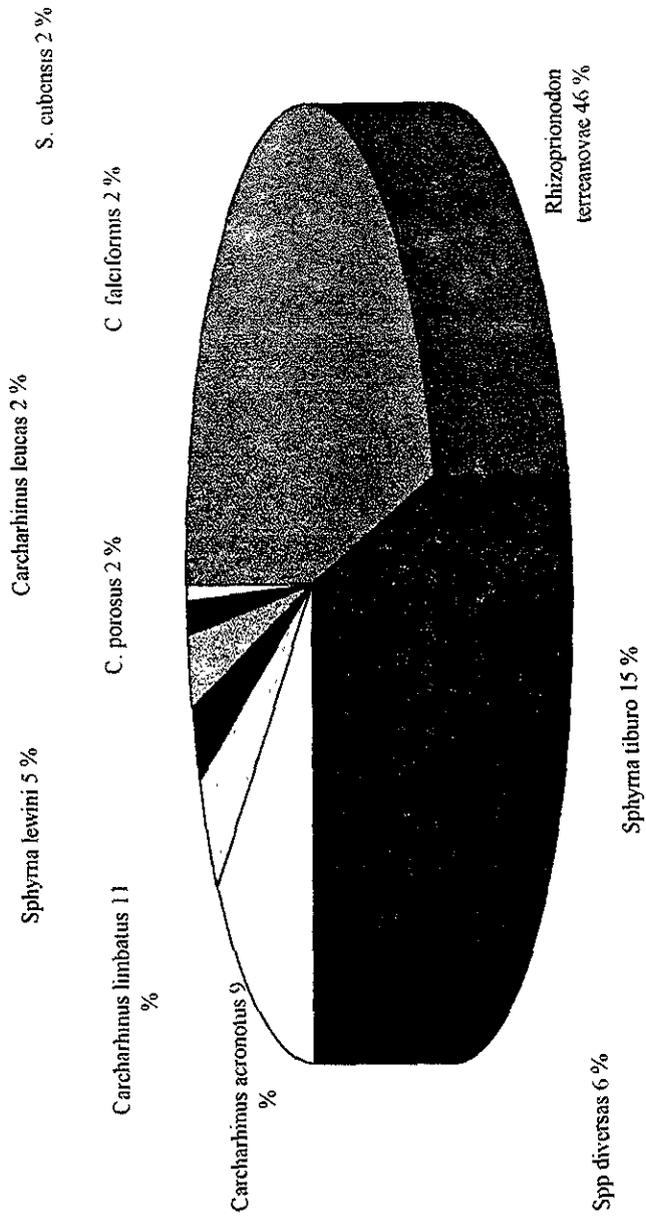


Figura 8. Composición de las capturas en el estado de Campeche nov. de 1993 a die 1994

ESPECIE	CAPTURA	MUESTREO
1 <i>Rhizoprionodon terraenovae</i>	18,154	1,854
2 <i>Sphyrna tiburo</i>	11,203	1,732
3 <i>Carcharhinus acronotus</i>	5,530	957
4 <i>Carcharhinus limbatus</i>	1,531	570
5 <i>Carcharhinus leucas</i>	999	511
6 <i>Sphyrna lewini</i>	986	299
7 <i>Sphyrna mokarran</i>	435	112
8 <i>Ginglymostoma cirratum</i>	231	127

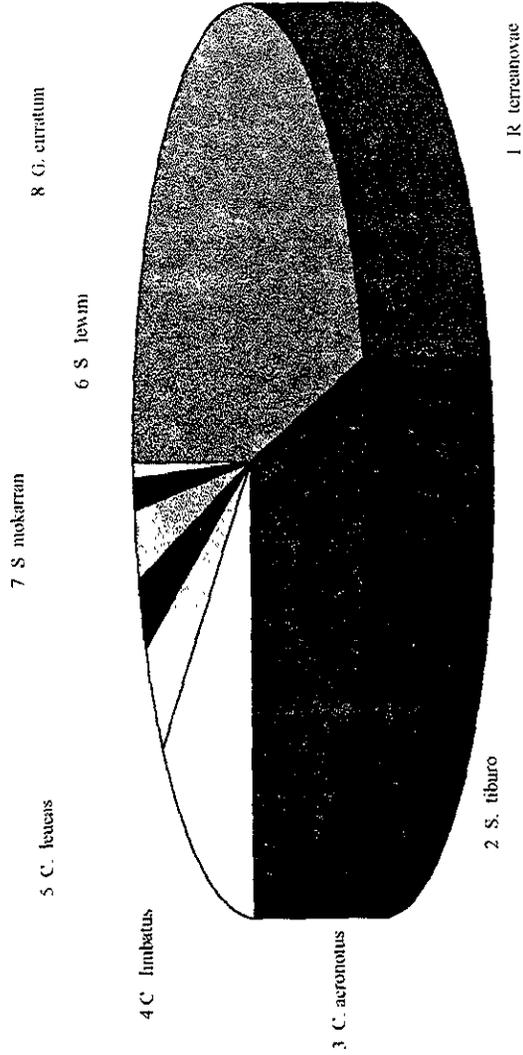


Figura 9. Histogramas de todo Campeche

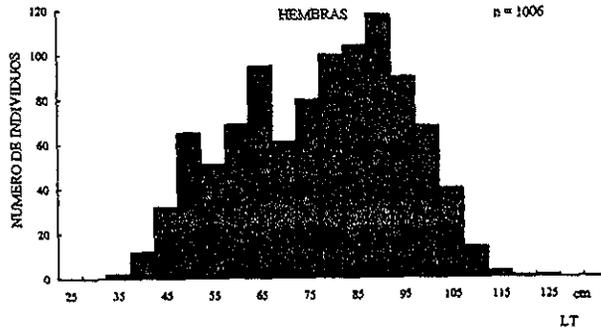
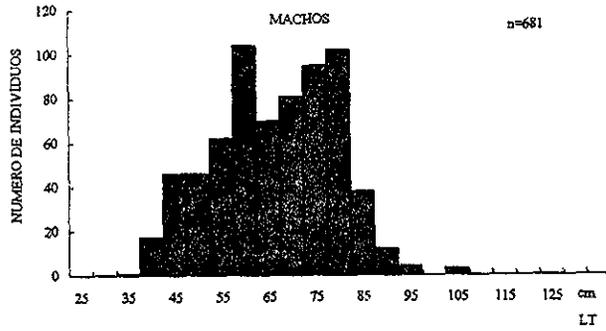
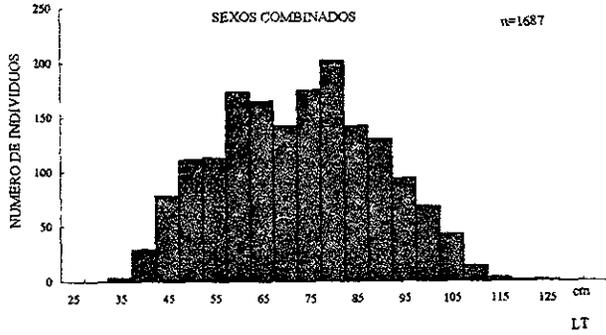


Figura 10. Histogramas de la zona norte de Campeche

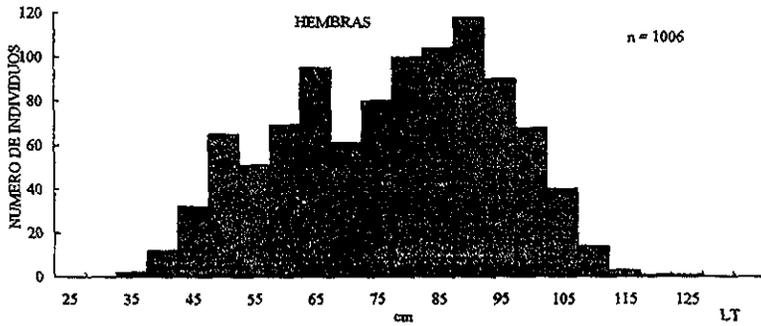
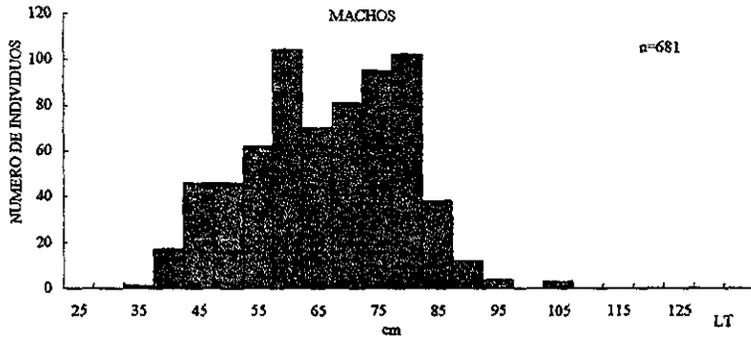
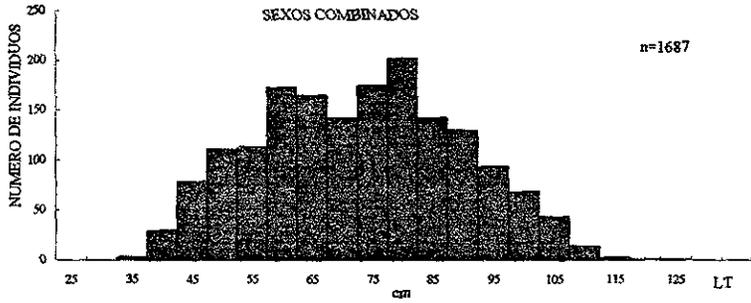


Figura 11. Histogramas de la zona sur de Campeche

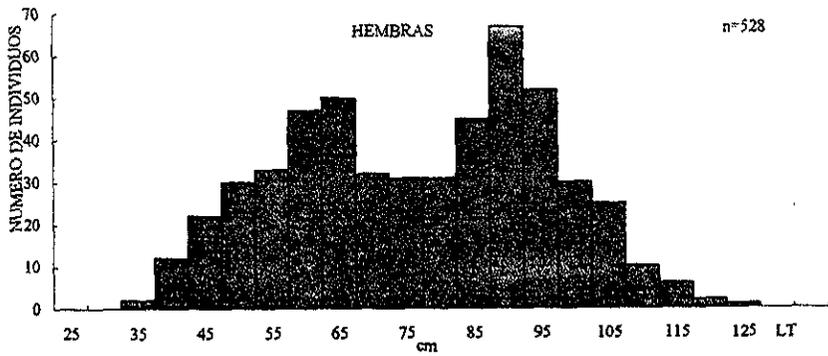
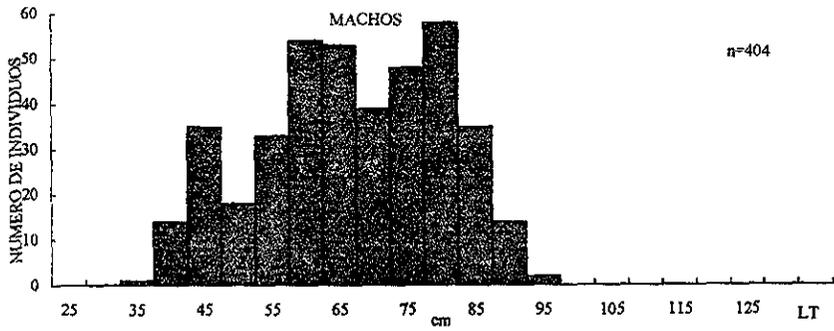
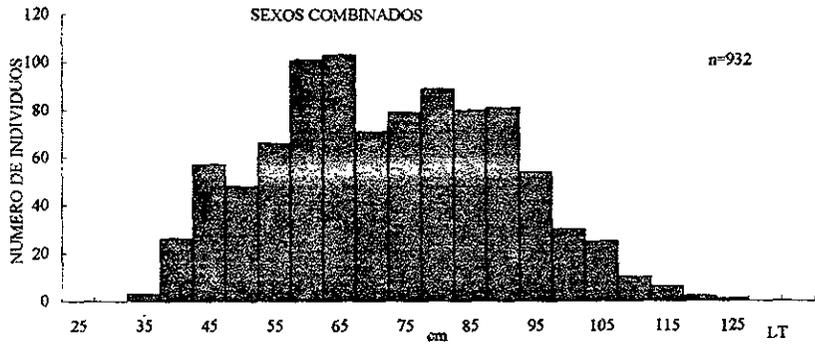


Figura 12. Estacionalidad de las capturas de *S. fibro* en Campeche del periodo comprendido de noviembre 1993 - diciembre 1994.

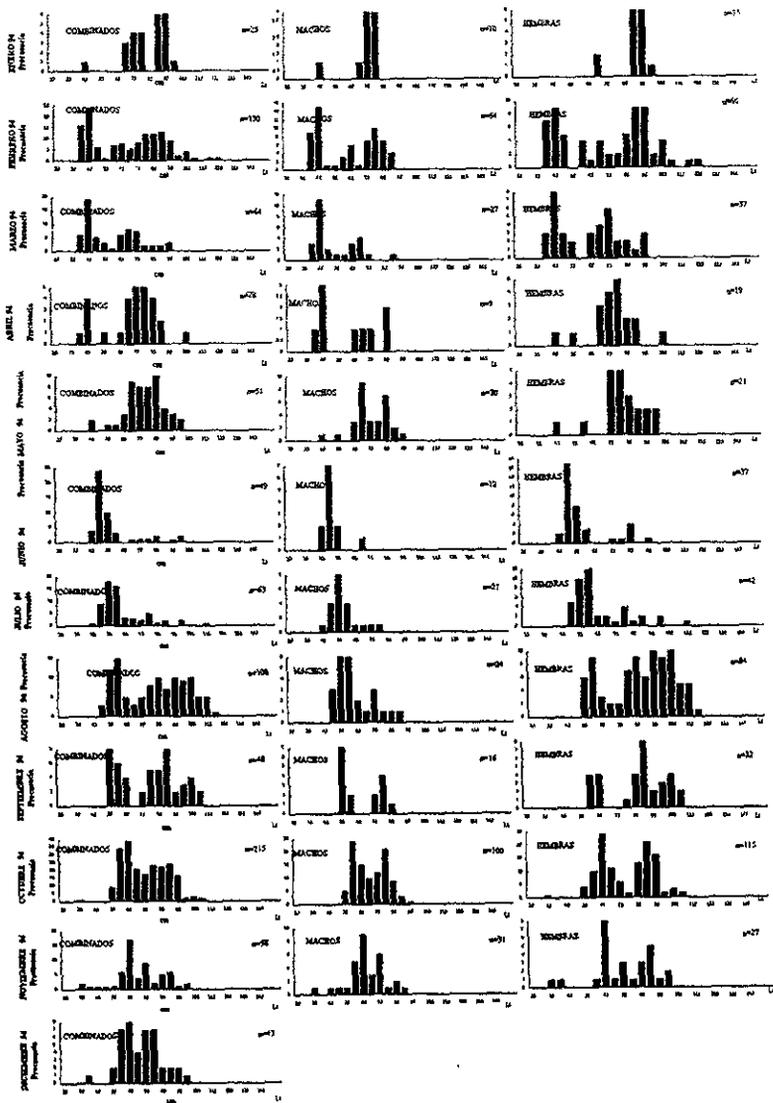


Figura 13. Relación longitud total Vs longitud del clasper en *Sphyrna tiburo*

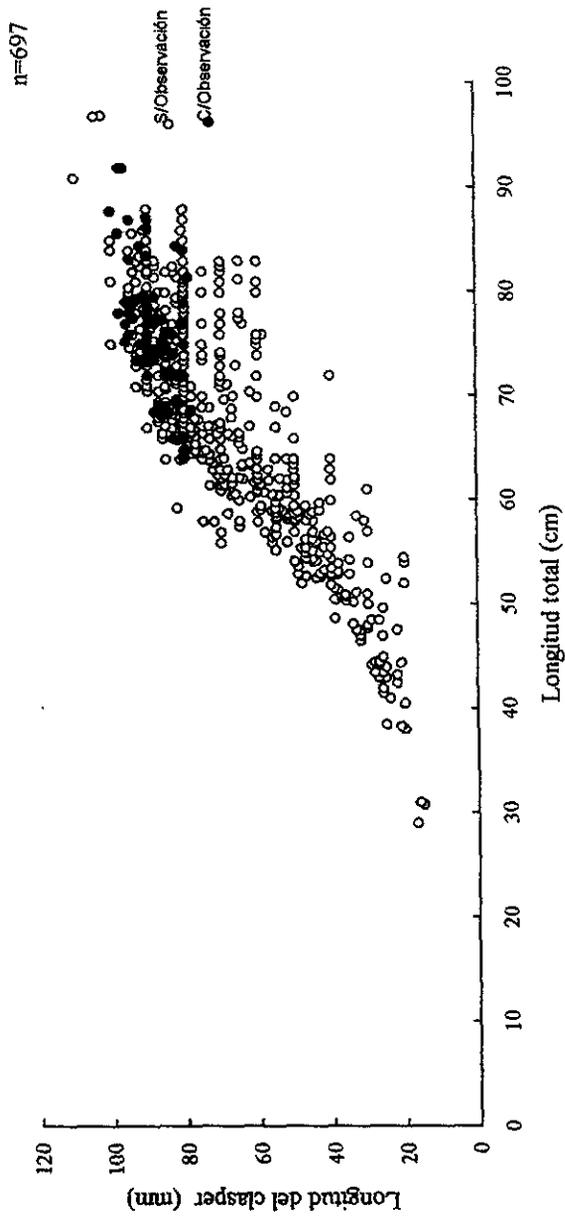


Figura 14. Hembras grávidas de *Spizyna tiburo* en Campeche

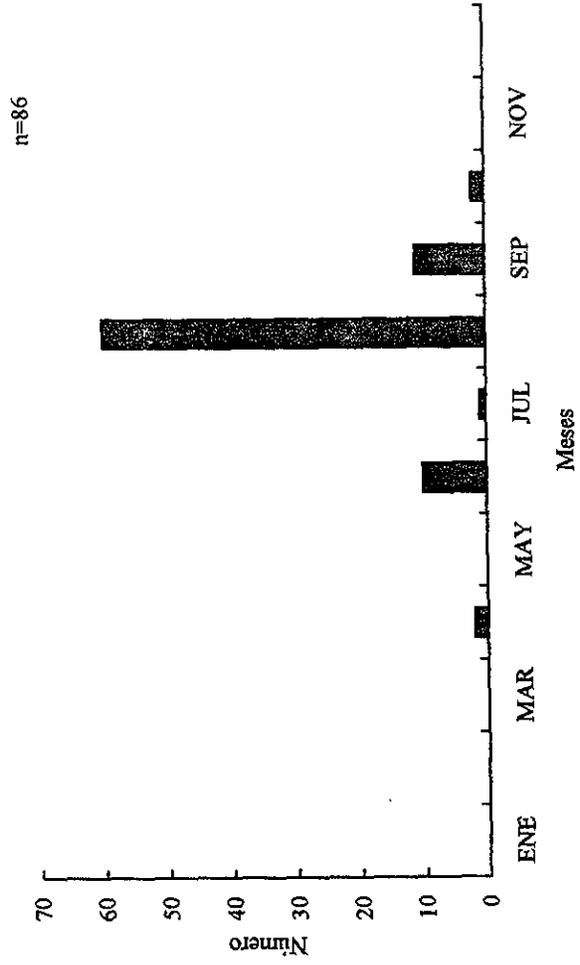


Figura 15. Número de embriones Vs Longitud total de las hembras

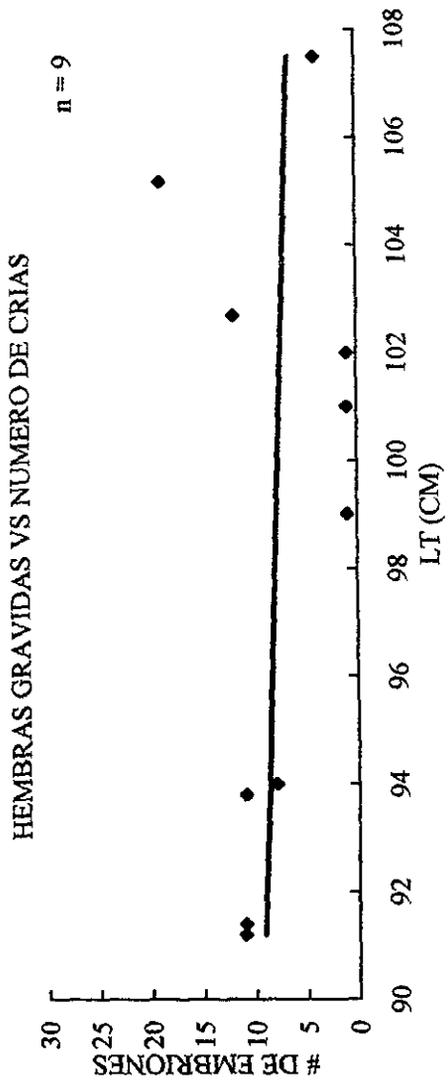


Figura 16. Talla promedio de las crías Vs Longitud total de las hembras en *Sphyrna tiburo*

Promedio crías(cm)	Lt madre(cm)	mes
16.8	105.2	junio
18.05	91.4	junio
19.48	94	agosto
27.07	91.2	agosto
30.67	102.7	agosto
29.75	107.5	agosto
27.5	107.9	agosto
29	102	octubre
26.7	101	octubre

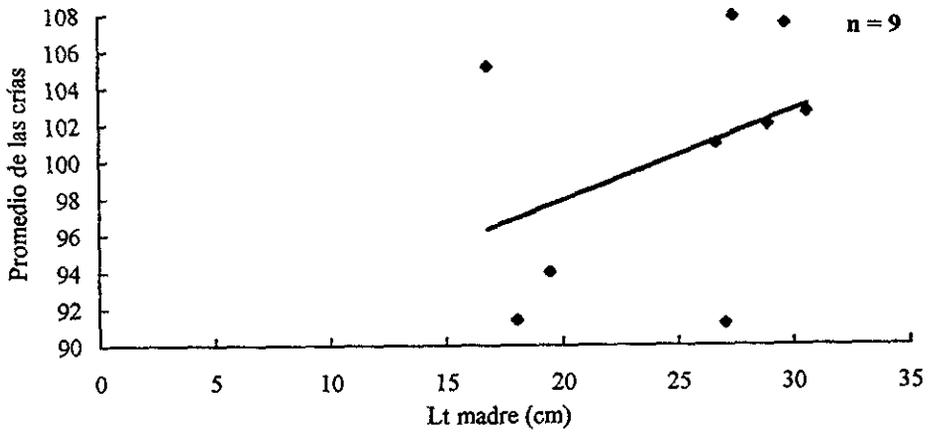


Figura 17. Bahía de Tampa y Charlotte

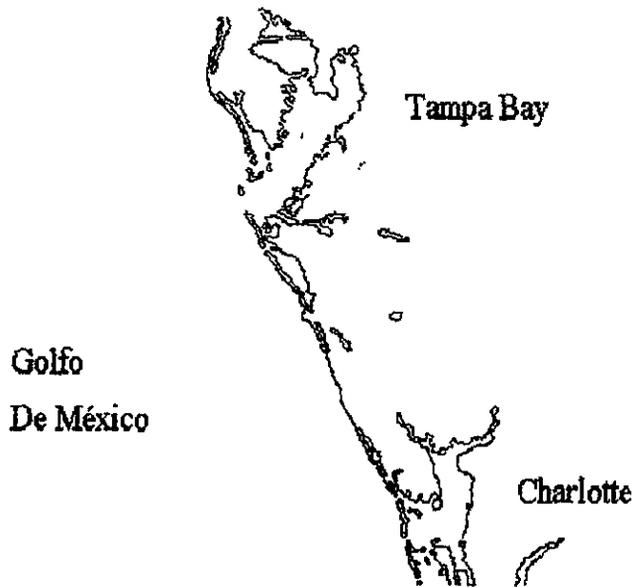


Figura 18. Zona de capturas de *Sphyrna tiburo*

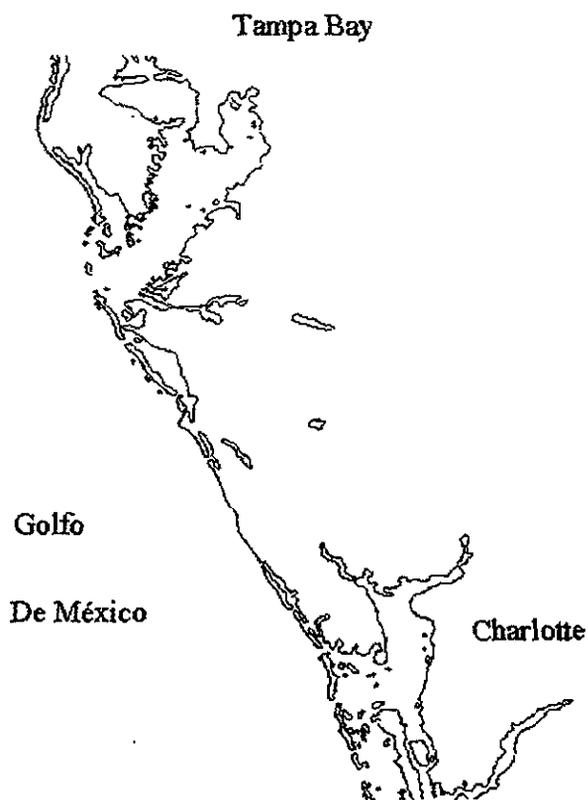


Figura 19. Migración de *Sphyrna tiburo* en programa de marcaje. (Hueter, 1994)



Figura 20. Edad y Crecimiento de *Sphyrna tiburo* tomado de Parsons, 1993)

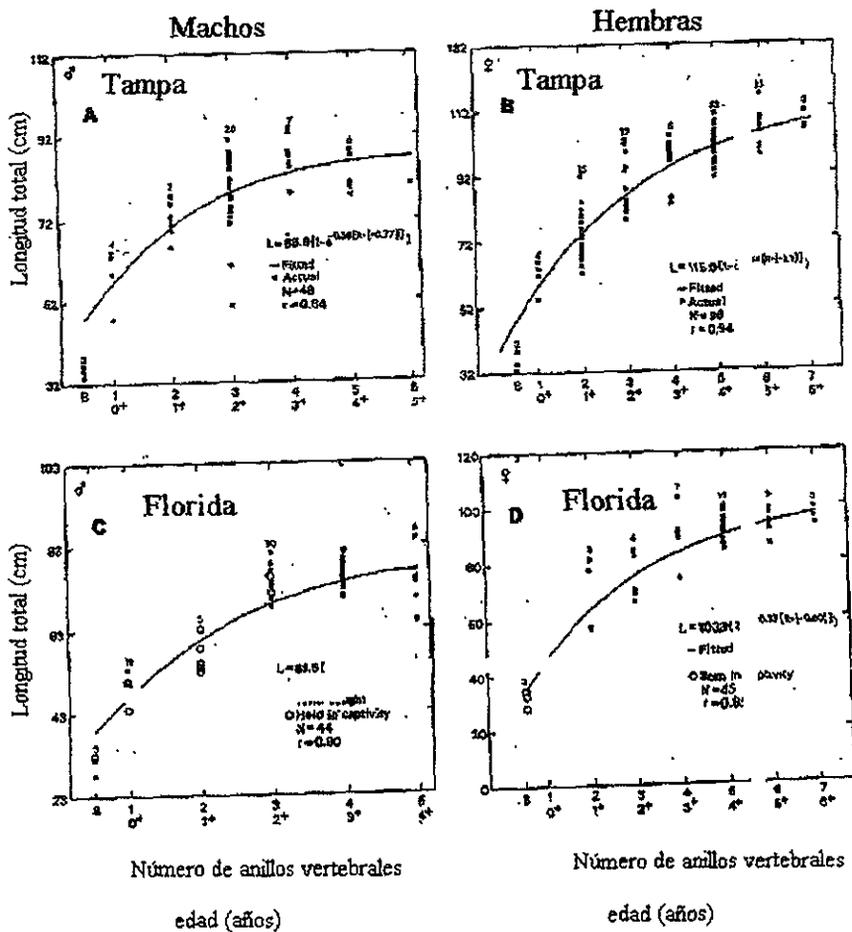


Figura 21. Esfuerzo pesquero de *Sphyrna tiburo* en Campeche de Noviembre de 1993 - Diciembre de 1994.

	esfuerzo (ntv)			Total		esfuerzo (n° de lanchas)			Total	
	Tamps	Ver.	Tab			Cam.	Tamps	Ver.		Tab
nov	s.d	132	s.d	5	137	nov	45	s.d	5	50
dic	s.d	330	s.d	77	407	dic	63	s.d	46	109
ene	s.d	365	118	58	541	ene	87	73	34	194
feb	s.d	453	174	222	849	feb	83	87	146	316
mar	s.d	537	146	157	840	mar	75	67	97	239
abr	52	621	319	195	1187	abr	68	99	114	315
may	102	446	348	151	1047	may	64	81	98	299
jun	103	413	339	202	1057	jun	58	94	121	329
jul	111	362	317	143	933	jul	41	75	100	284
ago	52	280	368	127	827	ago	36	71	82	231
sep	126	176	253	53	608	sep	65	54	45	242
oct	100	274	155	89	618	oct	72	46	47	219
nov	43	185	190	14	432	nov	42	53	14	150
dic	s.d	151	36	18	205	dic	56	10	16	82

s.d= sin datos.

ntv = número total de viajes.

Figura 22. CPUE de *S. tiburo* en Campeche Nov. 1993 - Dic. 1994

	CPUE por viaje	CPUE por lancha
nov	18	4.4
dic	4.75	0.13
ene	6.19	0.44
feb	3.99	1.24
mar	2.01	0.74
abr	2.91	1.39
may	1.64	0.68
jun	6.61	1.1
jul	6.73	1.49
ago	14.78	3.48
sep	10.25	1.48
oct	13.25	2.44
nov	9.36	1.92
dic	20.33	0.81

CPUE (Captura por unidad de esfuerzo)

Figura 23. Relaciones morfométricas longitud total Vs longitud furcal en *Sphyrna tiburo*, Campeche

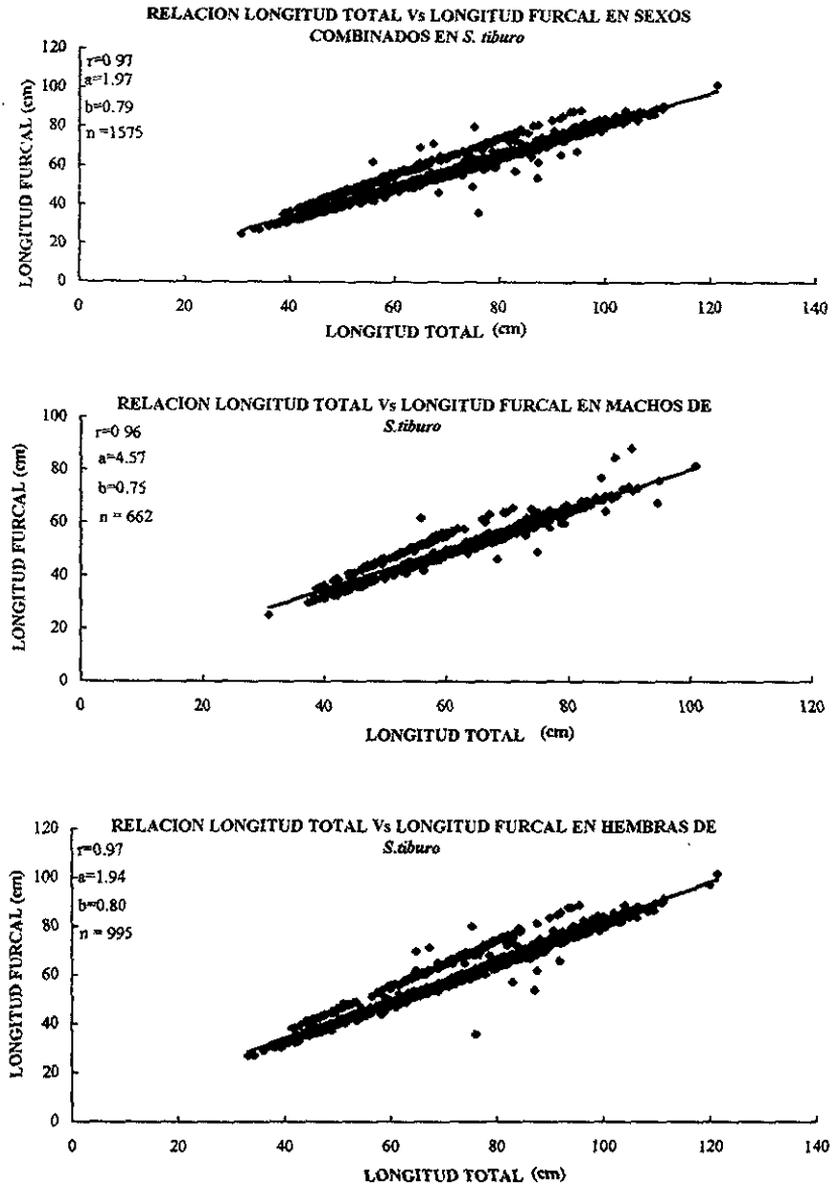


Figura 24. Relaciones morfométricas longitud total Vs longitud precaudal en *Sphyrna tiburo*, Campeche

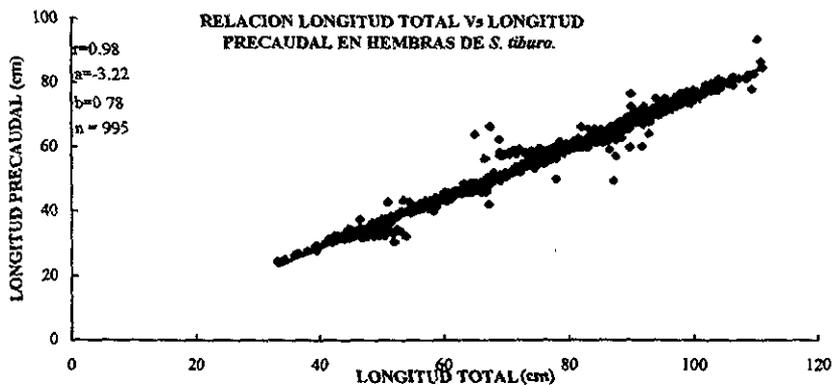
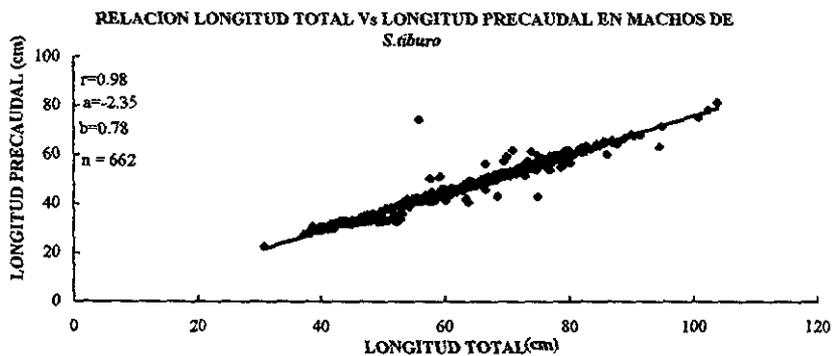
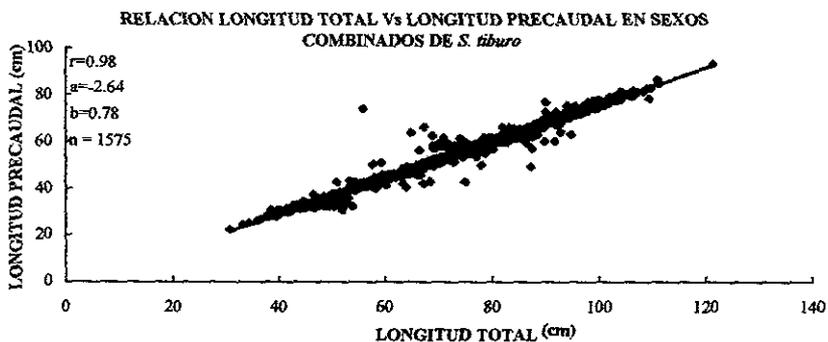


Tabla 1. Características de las embarcaciones tiburoneras tipo A y B.

	MATERIAL DEL CASCO	ESLORA (mts)	MANGA (mts)	AUTONOMIA (en días)	TIPO DE MOTOR
EMBARCACION TIPO A	Fibra de Vidrio y madera	7.50 - 9.72	1.0 - 2.50	1 - 3	Fuera de borda
EMBARCACION TIPO B	Madera y Metal	Mayor a 10	Mayor a 2.6	4 - 15	Estacionario

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

Tabla 2. Listado taxonómico encontrado en Campeche de Noviembre 1993 - Diciembre 1

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE
Carcharhiniiformes	Carcharhinidae	<i>Rhizoprionodon terraenovae</i>
Carcharhiniiformes	Sphyrnidae	<i>Sphyrna tiburo</i>
Carcharhiniiformes	Carcharhinidae	<i>Carcharhinus limbatus</i>
Carcharhiniiformes	Carcharhinidae	<i>Carcharhinus acronotus</i>
Carcharhiniiformes	Sphyrnidae	<i>Sphyrna lewini</i>
Carcharhiniiformes	Carcharhinidae	<i>Carcharhinus leucas</i>
Carcharhiniiformes	Carcharhinidae	<i>Carcharhinus falciformis</i>
Carcharhiniiformes	Carcharhinidae	<i>Carcharhinus porosus</i>
Carcharhiniiformes	Carcharhinidae	<i>Carcharhinus brevipinna</i>
Carcharhiniiformes	Sphyrnidae	<i>Sphyrna mokarran</i>
Carcharhiniiformes	Carcharhinidae	<i>Carcharhinus plumbeus</i>
Carcharhiniiformes	Carcharhinidae	<i>Carcharhinus obscurus</i>
Orectolobiformes	Ginglymostomatidae	<i>Ginglymostoma cirratum</i>
Carcharhiniiformes	Carcharhinidae	<i>Galeocerdo cuvier</i>
Carcharhiniiformes	Carcharhinidae	<i>Negaprion brevirostris</i>
Lamniformes	Alopiidae	<i>Alopias vulpinus</i>
Lamniformes	Alopiidae	<i>Alopias superciliosus</i>

Tomado de Compagno 1984.

LOCALIDAD	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ZONA SUR (CD. CARMEN, CALETA I. AGUADA, CHAMPOTON, SABANCUY)														
Hembras														
Longitud Máxima	103	99.5	108.5	103	105.2	111.2	110.5	100.2						
Longitud Promedio	71.59692	77.65556	89.85309	83.50837	88.02143	84.7319	81.82832	74.580952						
Longitud Mínima	44.8	51.1	56	56.6	50.6	58.2	55.5	61						
Desviación Estándar	13.07308	15.10301	11.29478	10.82965	12.10263	15.93611	13.81515	14.025071						
Número	65	18	81	35	56	79	113	21						
Error típico	1.62	3.56	1.25	1.83	1.61	1.79	1.48	3.06						
Machos														
Longitud Máxima	82.2	87.8	83.7	79	79.7	85.5	83	68.7						
Longitud Promedio	67.29412	71.28824	74.51525	72.37273	61.63342	68.93371	67.66966	64.3						
Longitud Mínima	44.5	46.8	54.5	59	52.8	51.6	56.2	59.2						
Desviación Estándar	8.202936	8.459601	5.489985	6.049974	8.885046	9.502484	5.795343	4.9147736						
Número	51	17	59	11	48	28	89	13						
Error típico	1.14	2.05	0.71	1.82	1.28	1.79	0.61	1.36						
Sexos Combinados														
Longitud Máxima	103	99.5	108.5	103	105.2	111.2	110.5	100.2						
Longitud Promedio	69.70517	73.30286	83.38929	80.84565	77.775	80.61308	75.60495	70.65						
Longitud Mínima	44.5	46.8	54.5	56.6	50.6	51.6	55.5	59.2						
Desviación Estándar	11.35645	13.00517	11.99049	10.9458	16.14207	16.08299	14.27296	12.398198						
Número	116	35	140	46	104	107	202	34						
Error típico	1.05	2.19	1.01	1.61	1.58	1.55	1	2.12						

Tabla 4. Hembras Grávidas de *Sphyrna tiburo* en el presente estudio

Hembras Grávidas	<i>Sphyrna tiburo</i>
Longitud total (cm)	Número de crías
91.2	11
91.4	11
91.5	8
93	7
93.8	11
94	7
94	8
94	9
96.5	14
97	11
98	9
100	10
100	11
100	11
101	9
101	6
101	11
101	12
102	10
102	11
102	12
102.7	12
103	12
105	15
105	15
105.5	19
106	9
106	13
107	10
107	11
107.5	4
108	11

Tabla 3. Lista de las especies en el Golfo de México durante el período Noviembre 1993 - Diciembre de 1994

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE COMÚN EN INGLESES
<i>Rhizoprionodon terraenovae</i>	Cazón de ley, caña hueca	Atlantic sharpnose shark
<i>Sphyrna tiburo</i>	Cazón cabeza de pala, poch	Bonnethead shark
<i>Carcharhinus limbatus</i>	Tiburón puntas negras	Blacktip shark
<i>Carcharhinus acronotus</i>	Cazón caquay, amañillo, limón	Blacknose shark
<i>Sphyrna lewini</i>	Tiburón martillo curvado	Scalloped hammerhead
<i>Carcharhinus leucas</i>	Tiburón toro, chayo	Bull shark
<i>Carcharhinus falciformis</i>	Tiburón sedoso, laqueón	Silly shark
<i>Squalus cubensis</i>	Cazón espinoso	Cuban dogfish
<i>Carcharhinus porosus</i>	Tiburón poroso, cuero duro	Smalltail shark
<i>Carcharhinus brevipinna</i>	Tiburón curro, puntas negras	Spinner shark
<i>Sphyrna mokarran</i>	Tiburón martillo gigante, cornuda gigante	Great hammerhead shark
<i>Carcharhinus signatus</i>	Tiburón nocturno, ojo verde	Night shark
<i>Carcharhinus plumbeus</i>	Tiburón alston, alca de cartón	Sauber shark
<i>Squalus dumetii</i>	Tiburón engel, angelote	Allanite angel shark
<i>Carcharhinus obscurus</i>	Tiburón picato, negro, tabasqueño	Dusky shark
<i>Ginglymoceratus aegleatus</i>	Tiburón gris	Nurse shark
<i>Carcharhinus bodon</i>	Cazón diente liso, picado	Finetooth shark
<i>Megastius coasti</i>	Tiburón manono	Smooth dogfish
<i>Isurus paucus</i>	Tiburón mako, alceza, picado azul	Shortfin mako shark
<i>Isurus paucus</i>	Tiburón higr, tapadera, rayado	Tiger shark
<i>Gallescoro cuvier</i>	Tiburón manono	Florida dogfish
<i>Megastius noronhai</i>	Cazón espinoso	Roughskin spiny dogfish
<i>Squalus asper</i>	Tiburón seis branquias	Bigeye sixgill shark
<i>Hexanchus stihlhus</i>	Tiburón espinoso siete branquias	Sharpnose sevengill shark
<i>Hexanchus perlo</i>	Tiburón harkón, amañillo	Lemon shark
<i>Megarrhinus brevipinna</i>	Cazón machado, rayado	Cham catshark
<i>Sphyrna tiburo</i>	Tiburón mako, alceza, picado azul	Longfin mako shark
<i>Isurus paucus</i>	Tiburón zorro, cubido	Thresher shark
<i>Alopius superciliosus</i>	Tiburón zorro, collado	Bigeye thresher shark
<i>Carcharhinus longimanus</i>	Tiburón puntas blancas, oceánico	Oceanic whitetip shark
<i>Hexanchus griseus</i>	Tiburón de seis branquias	Sixgill shark
<i>Sphyrna dybowskii</i>	Tiburón martillo, prieta, cornuda cruz	Smooth hammerhead shark
<i>Cetorhinus maximus</i>	Tiburón espinoso	Whale shark

Los nombres fueron tomados de J.L. Castro, (1983)

Tabla 6. Lista de las especies registradas en Carpeche durante el periodo Noviembre 1993 - Diciembre 1994.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	NOMBRE COMUN EN INGLES
<i>Rhizoprionodon terraenovae</i>	Cazón de ley, caña hueca	Atlantic sharpnose shark
<i>Sphyrna tiburo</i>	Cazón cabeza de pala, pech	Bonnethead shark
<i>Carcharhinus limbatus</i>	Tiburón puntas negras	Blacktip shark
<i>Carcharhinus acronotus</i>	Cazón canguay, amarillo, limón	Blacknose shark
<i>Sphyrna lewini</i>	Tiburón martillo curvada	Scalloped hammerhead
<i>Carcharhinus leucas</i>	Tiburón toro, chato	Bull shark
<i>Carcharhinus falciformis</i>	Tiburón sedoso, Jaquetón	Silky shark
<i>Carcharhinus porosus</i>	Tiburón poroso, cuero duro	Smalltail shark
<i>Carcharhinus brevipinna</i>	Tiburón curto, puntas negras	Spinner shark
<i>Sphyrna mokarran</i>	Tiburón martillo gigante, cornuda g	Great hammerhead shark
<i>Carcharhinus plumbeus</i>	Tiburón aleton, aleta de cartón	Sanbar shark
<i>Carcharhinus obscurus</i>	Tiburón prieto, negro, tabasqueño	Dusky shark
<i>Ginglymostoma cirratum</i>	Tiburón gata	Nurse shark
<i>Galeocerdo cuvier</i>	Tiburón tigre, tintorera, rayado	Tiger shark
<i>Megaporton brevirostris</i>	Tiburón limón, amarillo	Lemon shark
<i>Alopias vulpinus</i>	Tiburón zorro, coludo	Thresher shark
<i>Alopias superciliosus</i>	Tiburón zorro, coludo	Bigeye thresher shark

Los nombres fueron tomados de J. I. Castro, (1983).

Tabla 7. Parámetros de las relaciones morfométricas de *Sphyrna tiburo*

MEDIDAS	HEMBRAS	MACHOS	SEXOS COMBINADOS
a	1.94	4.57	1.97
LONGITUD	0.8	0.75	0.79
TOTA/	0.97	0.96	0.97
LONGITUD	995	662	1575
FURCAL	75.06	64.22	70.74
s	17.57	12.91	16.69
C.V.			
a	-3.22	-2.35	-2.64
LONGITUD	0.78	0.78	0.78
TOTA/	0.98	0.98	0.98
LONGITUD	995	662	1575
PRECAUDAL	75.06	64.22	70.74
s	17.57	12.91	16.69
C.V.			

a = Ordenada al origen b = Pendiente r = Coefici. de Determinación x = Promedio S = Desv Stan. C.V. = Coef. de Varia.

TABLA 8. COMPOSICION ESPECIFICA MENSUAL DE LAS CAPTURAS ARTESANALES DE TIBURONES EN CAMPECHE, PERIODO NOVIEMBRE 1993 - DICIEMBRE 1994.

ESPECIE	TOTAL	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SRP	OCT	NOV	DIC
<i>Phaenodon terra</i>	18,154	178	1,160	481	744	489	839	3,598	2,813	21,161	1,000	675	2,956	556	504
<i>Sphyrna tiburo</i>	11,203	196	619	473	1,284	436	591	409	1,349	1,027	1,923	704	1,489	259	534
<i>Carcharias limbata</i>	1,531	4	41	161	411	345	288	91	69	58	14	26	26	3	14
<i>Carcharias acronotus</i>	5,530	46	293	111	243	249	513	408	646	513	1,066	511	666	85	180
<i>Sphyrna lewini</i>	986	0	100	194	84	102	87	90	163	88	44	11	16	1	6
<i>Carcharias fuscus</i>	999	3	156	75	120	165	74	57	85	67	87	64	27	3	16
<i>Carcharias falsifur</i>	37	1	0	0	0	2	0	7	5	0	15	4	1	0	2
<i>Carcharias ponona</i>	99	1	0	0	1	3	23	1	54	3	11	0	0	0	0
<i>Carcharias brevifin</i>	134	0	0	0	1	1	1	10	43	62	9	1	3	1	2
<i>Sphyrna mokarran</i>	435	0	64	17	51	39	15	14	24	161	14	9	10	3	14
<i>Carcharias plumbea</i>	32	0	0	0	0	0	2	1	7	5	8	5	4	0	0
<i>Carcharias obscura</i>	75	1	0	23	2	1	5	8	3	26	5	1	0	0	0
<i>Chingstomatoma carrolli</i>	231	0	10	10	17	16	14	22	10	27	49	12	32	2	10
<i>Galaxerda canis</i>	31	2	2	4	3	1	4	1	1	1	2	4	4	0	2
<i>Negepton brevirostris</i>	4	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Alopias vulpinus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Alopias supercalloatus</i>	3	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0

Tabla 9. Composición mundial de los tiburones según compagno, 1984.

ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	COMUNMENTE
Hexanchiformes	2	4	5	Tiburones de 7 y 6 branquias
Squaliformes	3	18	71	Tiburones espinosos
Pristiphoriformes	1	2	5	Tiburones sierra
Squatibiformes	1	1	13	Tiburones angeles o tapetes
Heterodontiformes	1	1	8	Tiburones cochino, cabeza de toro
Orectolobiformes	7	13	31	Tiburones carpeta
Lamniformes	7	10	16	Tiburones torpedo, fusiformes
Carcharhiniformes	8	48	192	Tiburones grises

Compagno, 1984.